

**ENTEGRE DEMİR-ÇELİK TESİSLERİNDE ATIK SU  
ARITMA ÇIKIŞ SUYUNUN TEKRAR  
KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

**2015  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ**

**Fatma Serap GÜLEÇ**

**ENTEĞRE DEMİR-ÇELİK TESİSLERİNDE ATIK SU ARITMA ÇIKIŞ  
SUYUNUN TEKRAR KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

**Fatma Serap GÜLEÇ**

**Karabük Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalında  
Yüksek Lisans Tezi  
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK  
Haziran 2015**

Fatma Serap GÜLEÇ tarafından hazırlanan “ENTEĞRE DEMİR-ÇELİK TESİSLERİNDE ATIK SU ARITMA ÇIKIŞ SUYUNUN TEKRAR KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Sezayi YILMAZ  
Tez Danışmanı, Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 15/ 06/ 2015

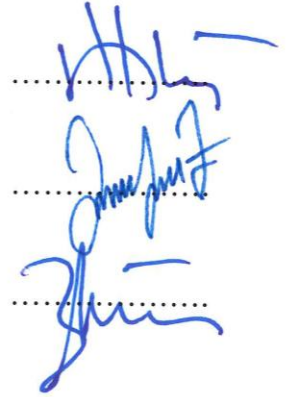
Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Mehmet ÖZKAYMAK(KBÜ)

Üye : Doç. Dr. Sezayi YILMAZ (KBÜ)

Üye : Doç. Dr. Kurtuluş BORAN (GÜ)



...../...../2015

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nevin AYTEMİZ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



*“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”*

Fatma Serap GÜLEÇ

## ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**

### **ENTEĞRE DEMİR-ÇELİK TESİSİ ATIK SU ARITMA TESİSİ ÇIKIŞ SUYUNUN TEKRAR KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

**Fatma Serap GÜLEÇ**

**Karabük Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı:**

**Doç. Dr. Sezayi YILMAZ**

**Haziran 2015, 62 Sayfa**

Günümüzün en önemli sorunlarından biri küresel ısınmanın neden olduğu su kaynaklarının azalmasıdır. Bu konu ülkemiz açısından ele alındığında yıllık tüketilebilecek su miktarı yaklaşık 112 milyar m<sup>3</sup> olup, kişi başına yaklaşık yılda 1600 m<sup>3</sup> (4.38 m<sup>3</sup>/gün) su düşmektedir. Son yıllarda su kıtlığı yaşayan bölgelerde iyi bir su politikasının yanında arıtma tesislerinden çıkan arıtılmış atık suların da yararlı kullanımlarına yönelik çalışmalara hız verilmiştir.

Bu çalışmada, Kardemir A.Ş.'de karşılaşılan su sorunları ve çözüm önerileri ile 2014 yılında devreye alınan 1000 m<sup>3</sup>/h'lik merkezi atık su arıtma tesisi deşarj suyunun tekrar kullanılabilirliği incelenmiştir.

**Anahtar Sözcükler** : Su kirliliği, atık su, atık su arıtma.

**Bilim Kodu** : 914.1.126

## **ABSTRACT**

**M. Sc. Thesis**

### **INTEGRATED IRON AND STEEL PLANT, INVESTIGATION OF WATER RE-USE WASTE WATER TREATMENT PLANT OUTPUT**

**Fatma Serap GÜLEÇ**

**Karabuk University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Energy Systems Engineering**

**Thesis Advisor:**

**Assist. Prof. Dr. Sezayi YILMAZ**

**June 2015, 62 Pages**

Developing industrialization and global warming, natural water resources become insufficient, unvaluable and water scarcity problems are widespread all over the world. Reuse of wastewater is considered as one of the supplementary solution to water scarcity problems.

Lost of researches have been carried out about this subject.

Mostly used coolant is water in iron and steel industry and so this industry has so high fresh water demand. In the case of water shortage, steel production could not be performed. Therefore, additional sufficient amount of qualified water sources should be found. Reuse of wastewater is one of the feasible alternative can be considered in this case.

In this study, water management in Kardemir A.Ş., problems dealt with and solution suggestions are studied with reuse of waste water belonging to 1000 m<sup>3</sup>/h capacity Central Waste Water Treatment Plant which was taken into operation in 2014.

**Key Words** : Water pollution, waste water, waste water treatment.

**Science Code** : 914.1.027

## TEŞEKKÜR

Konu seçiminden itibaren çalıőmamın her aşamasında bilgi ve tecrübelerini esirgemeyerek yön gösteren, demir elik sektöru ve çalıőmanın analizinde yardımcı olan değerli hocam danıőmanım, Doç. Dr. Sezayi YILMAZ 'a teőekküru bir borç bilirim. Çalıőmam sırasında destek sağlayan Kardemir A.Ő. Çalışma arkadaşlarıma ve yöneticilerime teőekkürlerimi sunarım. Ayrıca eğitimimde katkıları bulunan tüm hocalarım ve her zaman olduğu gibi tez sürecinde de gösterdikleri özveriden dolayı sevgili eőim ve sevgili kızım Duru'ya teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xiii
BÖLÜM 1. ....	1
GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2. ....	2
TÜRKİYE’DE VE DÜNYADA SU KULLANIM.....	2
2.1. KAYNAKLARINA GÖRE SU KULLANIMI.....	2
2.1.1. Tarım Alanında Su Kullanımı .....	3
2.1.2. Enerji Üretiminde Su Kullanımı.....	4
2.1.3. Sanayide Su Kullanımı .....	5
2.1.4. Evsel Su kullanımı.....	8
2.1.5. Ekosistemlerde Su Kullanımı .....	8
2.2. TÜRKİYE’DE SU DURUMU.....	9
2.2.1. Türkiye’de Su Kullanımının Sektörel Analizi.....	12
2.2.2. Türkiye’ de Sanayi ve Enerji Üretiminde Su Kullanımı .....	13
BÖLÜM 3. ....	16
ATIK SUYUN ARITILMASI VE ARITILMIŞ SUYUN YENİDEN KULLANIM ALANLARI.....	16
3.1. ATIK SUYUN ARITILMASI.....	16

	<u>Sayfa</u>
3.1.1. Atık Su Arıtımının Amacı ve Kapsamı .....	16
3.1.2. Atık Su Arıtma Yöntemleri .....	18
3.2. ARITILMIŞ ATIK SULARIN YENİDEN KULLANIMININ ÖNEMİ VEYENİDEN KULLANIM ALANLARI .....	22
3.2.1. Tarımsal Sulama Amaçlı Yeniden Kullanım.....	24
3.2.2. Endüstrilerde Kullanım .....	26
3.3. DÜNYADA VE ÜLKEMİZDE ÇEŞİTLİ ATIK SU GERİ KAZANIM ÇALIŞMALARI .....	27
3.3.1. Avrupa’da Atık Suların Geri Kazanım Çalışmaları.....	27
3.3.2. Türkiye’de Atık Suların Geri Kazanım Çalışmaları.....	28
BÖLÜM 4. ....	30
KARDEMİR A.Ş ENTEGRE DEMİR-ÇELİK PROSESİ VE SU KULLANIMI ....	30
4.1. KARDEMİR A.Ş’ DE SU TEMİNİ.....	30
4.2. KARDEMİR A.Ş’ DE SU KULLANIM YERLERİ.....	31
4.2.1. Kok Fabrikaları.....	35
4.2.2. Yüksek Fırımlar .....	37
4.2.3. Çelikhane.....	39
4.2.4. Haddehaneler .....	40
4.2.5. Enerji Tesisleri.....	41
BÖLÜM 5. ....	42
KARDEMİR A.Ş MERKEZİ ATIK SU ARITMA TESİSİ DESARJ SUYUNUN PROSESLERDE YENİDEN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	42
5.1. KARDEMİR A.Ş MERKEZİ ATIK SU ARITMA TESİSİ .....	42
5.1.1. Ön Çöktürme Havuzu .....	45
5.1.2. Izgaralar .....	45
5.1.3. Dengeleme Havuzu.....	45
5.1.4. Hızlı Karıştırma (Koagülasyon) Havuzu.....	45
5.1.5. Yavaş Karıştırma (Flokülasyon).....	45
5.1.6. Kimyasal Çökeltme Havuzu .....	46
5.1.7. Çamur Yoğunlaştırma Havuzu .....	46

	<b><u>Sayfa</u></b>
5.1.8. Çamur Susuzlaştırma .....	46
5.1.9. Filtrasyon Üniteleri .....	47
5.2. ATIK SU KARAKTERİZASYONU VE ARITILMIŞ SU KALİTESİ.....	48
5.2.1. Atık Su Karakterizasyonu: .....	49
5.2.2. Atık Su Özellikleri Ve Arıtma Prosesini Etkileyen Parametreler.....	50
5.2.3. Kimyasal Arıtma Ünitelerinin Çalışması Ve Etkileyen Faktörler .....	51
5.2.4. Arıtılmış Atık Su Deşarj Kalitesi ve Deşarj Yeri.....	54
BÖLÜM 6. ....	56
SONUÇ VE ÖNERİLER .....	56
KAYNAKLAR .....	60
ÖZGEÇMİŞ .....	63

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 4.1. Kardemir A.Ş. su üretim şeması .....	33
Şekil 5.1. Kardemir A.Ş. merkezi atıksu arıtma tesisi akım şeması.....	43

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge.4.1. 2011-2014 yılları sıvı ham demir üretimi başına kullanılan su miktarları .....	31
Çizelge 4.2. Kardemir A.Ş. 2003-2013 yılları arası su tüketimi.....	32
Çizelge 4.3. Kardemir A.Ş. soğutma kulesi özellikleri.....	34
Çizelge 4.4. Kok Fabrikası son 5 yıllık su kullanımı.....	37
Çizelge 4.5. Yüksek fırınlar son 5 yıllık su kullanımı .....	39
Çizelge 4.6. Çelikhane son 5 yıllık su kullanımı .....	40
Çizelge 4.7. Haddehaneler son 5 yıllık su kullanımı .....	41
Çizelge 4.8. Enerji tesisleri son 5 yıllık su kullanımı .....	41
Çizelge 5.1. Kardemir A.Ş. atık su kaynakları.....	42
Çizelge 5.2. Atık su arıtma tesisi tasarım değerleri .....	49
Çizelge 5.3. Merkezi atık su arıtma tesisinde kullanılan kimyasallar.....	52
Çizelge 5.4. Atık su deşarj kriterleri .....	55
Çizelge 6.1. Merkezi atıksu arıtma tesisi giriş-çıkış suyu karşılaştırma tablosu.....	56

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

FeCl <sub>3</sub>	: Demirüçklorür
CaCO <sub>3</sub>	: Kalsiyum karbonat
PM <sub>10</sub>	: Partikül madde
SO <sub>2</sub>	: Kükürt dioksit
CO <sub>2</sub>	: Karbondioksit
m <sup>2</sup>	: Metrekare
kg	: Kilogram
kWh	: Kilo watt saat
Nm <sup>3</sup>	: Normal metre küp
t	: Ton
T	: Sıcaklık

## KISALTMALAR

BF	: Blast Furnace (yüksek fırın)
BOF	: Bazık Oksijen Fırını (konverter)
EAO	: Elektrik Ark Ocağı
YF	: Yüksek Fırın
tshd	: Ton sıvı ham demir
TL	: Türk Lirası
USD	: Amerikan Doları

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Dünya yüzeyinin dörtte üçü sularla kaplı olmasına rağmen, insan kullanımına uygun tatlı su miktarı oldukça sınırlıdır. Mevcut suyun %1'den daha az bir kısmı ekosistem ve insan kullanımına elverişli tatlı su kaynaklarından oluşmaktadır. Bu nedenle su sıkıntısı insanlık kadar eski bir konudur. Ancak günümüzde su sıkıntısı oldukça karmaşık ve birçok farklı konu ile iç içe girmiş durumdadır. Dünya üstündeki toplam tatlı su miktarı yaklaşık 35 milyon km<sup>3</sup> (dünya üzerindeki toplam suyun %2,5'i) olup bunun yalnızca %0.3'ü (yaklaşık 105.000 km<sup>3</sup>) ekosistem ve insan kullanımına elverişli tatlı su kaynaklarından oluşmaktadır. Geri kalan tatlı sular çoğunlukla kutuplarda ve yüksek dağlardaki buzullarda ve yeraltı rezervlerinde hapsolmuş durumdadır [1].

Su, enerji, gıda güvenliği, çevre ilişkiler ağını oluşturan temel unsurdur. Hem sorunun tanımı hem de çözüm süreci bu karmaşık yapının bütüncül bir şekilde ele alınmasını gerektirmektedir.

Tarım, enerji, kentleşme, gıda, sanayi, sosyal dinamikler ve çevre hakkı bu süreçte ele alınması gereken belli başlı sektörler ve alanlardır. Dünya su kaynaklarının yaklaşık %70'i tarım amaçlı kullanılmaktadır. Bunu %19 ile sanayi ve %11 ile evsel kullanım izlemektedir. Sanayide kullanılan su miktarı tarımda kullanılan suya kıyasla daha az olmakla beraber, ulaşılabilir, düzenli ve çevresel olarak sürdürülebilir su kaynaklarına olan ihtiyaç devam etmektedir. Evsel amaçlı su kullanımı kişi başına günlük su tüketimi üzerinden değerlendirilmektedir. Gelişmiş ülkelerde ortalama kişi başı günlük su tüketimi (500m<sup>3</sup> - 800m<sup>3</sup>) gelişmekte olan ülkelerdeki su tüketiminin yaklaşık on katıdır. Su kıtlığı çekilen bölgelerde bu oran kişi başı günlük 20 m<sup>3</sup>- 60 m<sup>3</sup>'e kadar düşmektedir [1].

## BÖLÜM 2

### TÜRKİYE'DE VE DÜNYADA SU KULLANIMI

Dünyanın büyük bir bölümü su kaynaklarıyla çevrili olsa bile, bu kaynakları ancak %3'ü içilebilir özelliktedir. İçilebilir su kaynaklarının ise çoğunluğu buz kütlelerinden oluşmakta, bu suların kullanılabilirliği ise % 0,007 oranlarında seyretmektedir. Kullanılabilir su kaynaklarının bu kadar az olmasına karşın, su tüketim oranları hızla artmaktadır [2].

#### 2.1. KAYNAKLARINA GÖRE SU KULLANIMI

Su kullanımı beş ana başlık altında toplanabilir;

- Gıda ve tarım, (küresel olarak en çok su kullanan sektörler),
- Enerji,
- Sanayi,
- Yerleşim alanları (evsel kullanım ve içme suyu amaçlı kullanımlar),
- Ekosistemlerin su ihtiyaçları.

Her bir su kullanım alanı birçok farklı faktör (demografik değişiklikler, teknolojik gelişmeler, ekonomik büyüme ve refah, beslenme alışkanlıklarındaki değişiklikler ile sosyal ve kültürel değerler gibi) tarafından yönlendirilmekte ve sonuç olarak mevcut ve gelecek su ihtiyaç planları bu değişimler doğrultusunda yapılmaktadır. Ne var ki, tüm bu yönlendirici faktörlerin gelecek yıllarda nasıl gelişeceğini ve su ihtiyacını nasıl etkileyeceğini öngörmek, birçok belirsizlik nedeniyle zordur. Gelecekteki su ihtiyacı sadece gıda, enerji ve sanayi ihtiyaçları kadar, büyüyen nüfus ve değişen sosyo - ekonomik yapı ile kısıtlı su kaynaklarının nasıl kullanılacağını da öngörmeyi gerektirmektedir.



Ülkelere göre sektörel su kullanımları bir bakıma gelişmişlik düzeyini de yansıtmaktadır. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde tarımsal su tüketimi ortalaması yaklaşık %82 iken, gelişmiş olan ülkelerde bu oran %30'lara kadar düşmektedir. Gelir düzeyi yüksek ülkelerde tarımsal su kullanımının yerini sanayi sektörü almaktadır.

### **2.1.1. Tarım Alanında Su Kullanımı**

Küresel olarak, sulu tarım verimi kuru tarımdan (yağmura bağlı) yaklaşık 2,7 kat daha fazladır. Bu durum gelecekte daha fazla alanın sulu tarıma açılma ihtimalini güçlendirmektedir. Dünyada sulu tarım yapılan arazi miktarı 1970'lerde 170 milyon hektar iken, 2008'de 304 milyon hektara çıkmıştır. Dünya genelinde potansiyel alanların sulu tarıma açılması ile 2025 yılında bu rakamın 330 milyon hektara çıkması beklenmektedir. Günümüzde, dünya çapında tarımsal su kullanımı yaklaşık olarak  $3.100 \text{ km}^3$ 'dür (toplam kullanımın %70'i). Etkin kullanım önlemleri alınmaz ise 2030 yılında  $4.500 \text{ km}^3$  olacağı tahmin edilmektedir (az bir düşüş ile küresel su kullanımının %65'i). Bu nedenle su ile ilgili sorunlar, tarımsal üretim, gıda tedariki ve ticareti ile çok yakın ilişki içerisindedir.

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) raporuna göre, tarım sektörü gelecek yıllarda artan gıda talebini karşılamak gibi büyük bir sorunla karşılaşacaktır; 2030 yılında küresel gıda tüketiminin %50, 2050 yılında ise günümüze göre %100 artacağı tahmin edilmektedir. Kentleşme, sanayileşme ve iklim değişikliği nedeni ile tarımın daha az su ile gerçekleştirilmesi gerekecektir. Bu doğrultuda tarımsal su planlamasının geliştirilmesi önemli olacaktır.

Birleşmiş Milletler tarafından hazırlanan rapora göre 2000-2030 yılları arasında gelişmekte olan ülkelerde tarımsal üretimin %67 oranında artacağı tahmin edilmektedir. Mevcut su potansiyeli ile bu artışın karşılanamayacağı ve tarımda verimlilik artışı ile tarımsal su ihtiyacı artışının %14 düzeyinde tutularak karşılanabileceği öngörülmektedir. Bu durumda tarım sektörü daha fazla tarımsal ürünü daha az su kullanarak üretmek zorunda kalacaktır.

Tarım ve iklim değişikliği arasında karmaşık bir ilişki vardır. Tarım faaliyetleri atmosfere metan ve sera gazları salımı ile iklim değişikliklerine sebep olmaktadır. Ancak aynı zamanda da iklim değişikliğinin etkilerinden en çok etkilenecek sektörlerden birisi tarımdır.

Son yıllarda önem kazanmaya başlayan bir başka konu ise biyoyakıt üretimi amaçlı tarımsal faaliyetlerdir. Biyoyakıtlara olan talebin artması ile birlikte birçok ülkede biyoyakıt üretimine yönelik tarımsal faaliyetler kayda değer miktarlarda artmıştır. Bu nedenle, biyoyakıtlar için bitki üretimi, su kaynakları üzerinde ek bir baskı oluşturmaya başlamıştır. Günümüzde ABD'deki bitkisel üretimin %30-40'ı biyoyakıt üretiminde kullanılmaktadır. 2005 yılında biyoyakıt ve atıklardan üretilen enerji, temel enerji talebinin %10'unu karşılamıştır. Bu miktar, nükleer (%6) ve hidrolojik kaynaklardan (%2) sağlanan enerjinin toplamından da fazladır. 2050 yılında biyoenerji üretiminin 6.000-12.000 milyon ton yağa eşdeğer olması ön görülmektedir. Bu miktar Dünya tarım alanlarının beşte biri kadar bir bölümünde üretim yapılması anlamına gelecektir. Biyoyakıt amaçlı üretilen bitkiler çok fazla su tüketmekte ve yerel su kaynakları üstünde ciddi baskılara sebep olabilmektedir (IEA, 2006). Dünya Doğayı Koruma Birliği (IUCN) biyoyakıt üretiminin su kaynakları, gıda güvenliği ve biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkileri yüzünden önemli sosyal ve çevresel sorunlar oluşturduğunu vurgulamaktadır.

### **2.1.2. Enerji Üretiminde Su Kullanımı**

Enerji ve su karmaşık bir şekilde ilişkilidir. Enerji ve elektrik üretimi için farklı kaynaklar kullanılabilir olsa da pek çok üretim sürecinde suya ihtiyaç duyulmaktadır, örneğin ham maddelerin çıkarılması, termal süreçlerde soğutma, malzemelerin temizlenmesi, biyoyakıtlar için ürün üretilmesi ve türbinlerin çalıştırılmasında kullanılan su. Öte yandan kullanılabilir suyun sağlanmasında da (pompalama, ulaştırma, arıtım, tuzlu su arıtımı ve sulama) enerji gerekmektedir. Bu iki taraflı bağımlılık su ve enerji sektörlerinde hassaslıkları da beraberinde getirmektedir.

Küresel enerji tüketiminin 2035 yılında, 2007 yılına göre %40 artacağı tahmin edilmektedir. Bu durumun enerji üretiminde kullanılan su miktarını da %11 oranında artıracığı öngörülmektedir. Ham petrol üretiminde artış az olurken, biyoyakıt, kömür ve doğal gaz üretimi önemli ölçüde artacaktır. Özellikle biyoyakıt üretimindeki artış su kaynakları üzerinde etkili olacaktır. Çünkü üretim ve biyorafineri aşamalarında yüksek miktarda su kullanılmaktadır. Örneğin; ABD’de soğutma amaçlı su çekimi (%39) tarımda kullanılan su miktarına denk gelmektedir. Aynı zamanda, yeraltı suyu çekimi ve pompalanması için gerekli olan enerji miktarı toplam enerji tüketiminin %7’sidir.

Termik ve nükleer santrallerde (kömür, petrol, doğalgaz, jeotermal ve uranyum) elektrik üretimi, su veya gazın ısıtılarak elektrik türbinlerini çalıştırmasına dayanmaktadır. Genelde türbinlerden geçtikten sonra ısınmış su veya buhar yoğunlaştırıcılar içinde soğutulmakta ve yeniden kullanılmaktadır. Bu süreç günümüzde elektrik üretiminin %78’inde kullanılmaktadır ve gelecekte artması beklenmektedir.

Enerji ihtiyacı (ısınma, aydınlatma, güç ve ulaşım) hızla artmaktadır. Artan talep ve yüksek enerji fiyatları son yıllarda hidroenerji üretimine yönelimi artırmıştır. Ne var ki hidroenerji üretiminin su kaynakları ve kalitesi üstünde olumsuz etkileri olabilmektedir. Bazı ülkelerde hidroenerji yenilenebilir ve kirliliğe neden olmayan bir alternatif gibi görünse de yapıldığı yere ve özelliklerine göre olumsuz etkileri olabilmektedir.

İklim değişikliği hem su kaynaklarını hem de enerji tüketimini doğrudan etkileyen bir faktör olduğundan, enerji ve su kaynakları planlamasında her zaman göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

### **2.1.3. Sanayide Su Kullanımı**

Küresel ölçekte, sanayide kullanılan su miktarı tarımda kullanılanla kıyasla daha az olsa da, ulaşılabilir, düzenli ve çevresel olarak sürdürülebilir su kaynaklarına olan ihtiyaç devam etmektedir. Dünya genelinde, bölgeden bölgeye değişiklik göstermekle birlikte su kaynaklarının yaklaşık %20’si sanayi amaçlı

kullanılmaktadır. Ne var ki, sanayi için çekilen su, genelde enerji tüketimi olarak belirtilmekte ve küçük sanayilerde kullanılan su, evsel su kullanımına dahil olmaktadır. Bu durum sanayide gerçek anlamda ne kadar su kullanıldığını belirsizleştirmektedir.

Düzenli bir sanayi üretimi düzenli ve güvenilir su kaynakları gerektirdiğinden, su kıtlığı ve kalite bozulması sanayi için artan bir risk oluşturmaktadır. Su kalitesi ile ilgili riskler (kullanılan su ve atık su) sanayinin gelişmesini sınırlamaktadır. Birçok sanayi sektörü yüksek kalitede suya ihtiyaç duymakta ve bu da ek arıtım ihtiyaçları doğurmaktadır. Kirlenmiş yüzey ve yeraltı sularının kullanılması halinde maliyeti oldukça yüksek arıtma ihtiyaçları ortaya çıkabilmektedir. Bu durum sanayiyi suyu etkin ve geri dönüşümlü kullanmaya sevk edecek olsa da, büyük olasılıkla, sanayi aktivitelerinin su kaynakları açısından daha uygun yerlere kaydırılmasına neden olacaktır.

2010 yılında sanayide 5 km<sup>3</sup> su kullanımı olmuştur. Ne var ki, sanayide kullanılan suyun net olarak hesaplanması oldukça zordur. Firmalar su kullanımı konusunda DSİ ile su tahsisi anlaşmaları yapmakta, ayrıca birçok firma kendi kuyularından yeraltı suyu çektiğinden net rakamlar bilinmemektedir. Bunlara ek olarak şehir sınırlarındaki veya yakınlarındaki sanayi kuruluşları şebeke suyu kullandıklarından, bu miktar evsel kullanıma girmektedir. Bunların ötesinde su kullanımının izlenmesine yönelik etkin bir sistem veya kontrol mekanizması bulunmamaktadır.

Sanayide su kullanımı yıllara göre çok fazla değişmemekle birlikte yaklaşık %11 oranında olmuştur. Türkiye’de başlıca su tüketen sanayi kolları; çelik, kimya, kağıt üretimi, petrol rafinerileri ve tarıma dayalı sektörlerdir. Sanayide su kullanımı Marmara Bölgesi’nde diğer bölgelerden çok daha fazladır.

Türkiye’de sanayide su kullanımı ile ilgili çok kısıtlı veri vardır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2010 yılında imalat sanayinde toplam su çekim miktarı 1,64 km<sup>3</sup> olmuştur. Bunun %50’si soğutma suyu amaçlı deniz suyu çekimleridir. Geri kalan çekimlerin %28’ini kuyu suyu çekimleri oluşturmaktadır. Ayrıca, Organize Sanayi Bölgesi (OSB) şebekelerinin de genelde kuyu suyu olduğu

düşünüldüğünde, Türkiye’de imalat sanayinde en çok tüketilen tatlı su kaynağı yeraltı sularıdır. Ayrıca, TÜSİAD raporunda (2008) bildirilen kullanım ve gerçek kullanım miktarları arasında büyük farklılıklar olduğu belirtilmektedir.

Sanayi faaliyetlerinin iklim değişikliğinin potansiyel etkilerine karşı hazırlanması ve uyum çalışmalarını başlatması aciliyet gerektirmektedir. Sanayi açısından iklim değişikliğine uyum, iklim olaylarının etkileriyle mücadele etmek, bu değişimden fayda sağlamak ve yönetebilmek için stratejilerin güçlendirilmesi ve uygulanması sürecidir.

Dolayısıyla sanayide uyum, iklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkması beklenen ve doğrudan üretimi ve rekabet gücünü olumsuz yönde etkileyecek unsurlara karşı önlemlerin alınması anlamına gelmektedir. Özellikle üretim girdilerinde (su, hammadde, enerji vb.) beklenen azalma (ve dolayısıyla maliyet artışı) sanayici için ciddi bir risk durumundadır.

Sürdürülebilir kalkınma yaklaşımlarının büyük önem kazandığı günümüzde, yeni bir endüstriyel organizasyon modeli olarak “temiz (sürdürülebilir) üretim” teknolojileri kaynak kullanımının azaltılması, sıfır atık oluşturma yönünde ürünün kullanım süresi sonunda %100 geri dönüşümü, deşarjlar ile oluşan problemlerin çözümü ve yeniden kullanım alışkanlıklarının benimsenmesi ile sorumlu kullanıcı davranışlarının özendirilmesi konularında uygulanan teknolojik yaklaşımlardır.

Sanayide temiz (sürdürülebilir) üretimin bileşenleri;

- Kaynağında atık azaltımı ve kaynak tüketiminin azaltılması,
- Yeniden kullanım ve/veya geri dönüşüm,
- Ürün modifikasyonları olarak özetlenmektedir.

Birleşmiş Milletler Sınâî Kalkınma Örgütü (UNIDO) Eko-verimlilik (Temiz Üretim) Programı pilot projeleri kapsamında belirlenen öncelikli sektörlerde (tekstil, kimyasal, gıda, içecek, makine, boyama) faaliyet gösteren 6 firmada su tasarrufu ve verimlilik uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

#### **2.1.4. Evsel Su kullanımı**

Evsel amaçlı su kullanımı kentler ve diğer yerleşim yerlerindeki su tüketimini içermektedir. Gelişmiş ülkelerde ortalama kişi başı günlük su tüketimi (500-800 m<sup>3</sup>) gelişmekte olan ülkelerdeki su tüketiminin yaklaşık on katıdır. Örneğin, Asya, Afrika ve Latin Amerika'da kişi başı günlük su çekimi 50-100 m<sup>3</sup> arasında olabilmektedir. Buna ek olarak, su kıtlığı çekilen bölgelerde bu oran kişi başı günlük 20-60 m<sup>3</sup>'e kadar düşmektedir.

Diğer sektörlerle karşılaştırıldığında evsel su kullanımı oldukça azdır. Nüfusun artması ile birlikte artan su ihtiyacı yeraltı su kaynaklarının aşırı kullanılmasına ve kentlerden uzaktaki kaynakların da tüketilmesine neden olmaktadır.

Günümüzde %11 civarında olan evsel su kullanım oranının genel olarak değişmeyeceği varsayılmaktadır, ne var ki bu oranın özellikle gelişmekte olan pazarlar ve bazı su havzalarında artması beklenmektedir. Kentler aynı zamanda noktasal kirliliğin de ana kaynaklarıdır. Kentsel atık sular, özellikle de kanalizasyonlar yolu ile sanayi atık suyu ile birleştiğinde, oldukça zararlıdır. Günümüzün hızlı gelişen birçok kentinde arıtma tesisleri olmadığı için atık sular doğrudan alıcı ortama salınmaktadır.

#### **2.1.5. Ekosistemlerde Su Kullanımı**

Ekosistemler (ormanlar, sulak alanlar ve çayırliklar) küresel su döngüsünün merkezindedir. Tüm tatlı su kaynakları sürekli ve sağlıklı ekosistemlere ihtiyaç duyar. Bu nedenle su döngüsünün biyofiziksel bir süreç olarak algılanması sürdürülebilir su kullanımı için gereklidir.

Tarihsel olarak ekosistemler üretken olmayan su kullanıcıları olarak görülmüşlerdir. Ne var ki, bu yanlış bir yaklaşımdır; ekosistemler suyu kullanmaz tam tersine geri dönüştürürler. Günümüzde ekosistemlere bakış, su ile ilgili kalkınma hedeflerine ulaşmak için insan-ekosistem ilişkilerinin iyileştirilmesi yönünde değişim göstermektedir. Tüm karasal ve sucul ekosistem hizmetleri (ör. taşkın kontrolü, gıda

üretimi, iklim düzenleme, toprak verimliliği, karbon tutumu ve besin geri dönüşümü), suyun varlığı ile desteklenmektedir. Suyun varlığı ve kalitesi, doğrudan insan kullanımı için bir ekosistem hizmeti olduğu gibi taşkınların ve aşırı kuraklıkların yumuşatılması da ekosistemlerin sağladığı bir hizmettir. Ekosistem hizmetlerinden birinin diğerine yeğlenmesi kaçınılmaz olarak bir dengesizliği de beraberinde getirmektedir.

Ekosistemlerin su ihtiyacı, bu ekosistemlerin sağladığı hizmetleri de içermektedir ve su yönetimi bu yaklaşımla yapılmalıdır. Su ihtiyacı, çoğunlukla, tüm diğer su kullanım alanlarında olduğu gibi sosyo-ekonomik kriterler de göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir. Ekosistem sağlığının desteklenmesi için su sağlanması, net ekonomik kazanç veya maliyet tasarrufu sağlayacaktır. Sosyo-ekonomik süreçlere ekosistemlerin sağladığı hizmetlerin öneminin anlaşılması ve bir değer olarak kabul edilebilmesi için yaygın olarak kullanılan araçlardan biri de “biyo kıymetlendirmedir. Bunun için kullanılan birçok farklı hesaplama yöntemleri bulunmaktadır.

## **2.2. TÜRKİYE’DE SU DURUMU**

Türkiye’nin toplam yüzölçümü 783.562 km<sup>2</sup>’dir. Türkiye üç tarafı su ile çevrili bir ülke olsa da tatlı su varlığı açısından zengin bir ülke değildir. Türkiye ılıman, yarı-kurak ve sıcaklıklarda aşırılıkların yaşandığı bir iklim kuşağındadır [3].

Genel kamuoyu algısının tersine Türkiye su kıtlığı sınırında bir ülkedir. Türkiye genelinde yıllık ortalama yağış miktarı yaklaşık 643 mm olup, dünya ortalamasının (800 mm) altındadır. Bu miktar, yılda ortalama 501 km<sup>3</sup> suya tekabül etmektedir. Bu suyun 274 km<sup>3</sup>’ü toprak ve su yüzeyi ile bitkilerden olan buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 km<sup>3</sup>’lük kısmı yeraltı suyunu beslemekte, 158 km<sup>3</sup>’lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır.

Yeraltı suyunu besleyen 69 km<sup>3</sup>’lük suyun 28 km<sup>3</sup>’ü pınarlar vasıtasıyla yerüstü suyuna tekrar katılmaktadır. Ayrıca komşu ülkelere gelen yılda ortalama 7 km<sup>3</sup> su

bulunmaktadır. Böylece Türkiye'nin brüt yerüstü suyu potansiyeli 193 km<sup>3</sup> olmaktadır. Yeraltı suyunu besleyen 41 km<sup>3</sup> de dikkate alındığında, toplam yenilenebilir su potansiyeli brüt 234 km<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır.

Türkiye'nin tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su potansiyeli ise yılda ortalama toplam 112 km<sup>3</sup>'tür. Türkiye'nin 1990–2010 yılları arasında, tüketilen toplam su miktarında %40,5 oranında bir artış görülmüştür. Önümüzdeki 25 yıl içinde ihtiyaç duyacağı su miktarının, bugünkü su tüketiminin üç katı olacağı varsayılabilir. Türkiye 2023 yılına kadar toplam kullanılabilir su potansiyelinin tamamını kullanmayı hedeflemektedir.

Türkiye'nin büyüyen su ihtiyacını karşılamak için kaynaklar üzerindeki baskı giderek artış göstermektedir. Türkiye'deki 25 havzanın nüfusu ve yağış potansiyeli birbirinden farklılık gösterdiği için bu baskı havzalar arasında da farklı yoğunluklarda hissedilmektedir.

Çoruh, Batı Akdeniz ve Antalya havzaları su zenginiyken; Marmara, Küçük Menderes ve Asi havzaları su fakiridir. Meriç-Ergene Havzası'nda durum su kıtlığı sınırındadır. Öte yandan iklim değişikliği de birçok havzada bu tabloyu olumsuz etkileyecektir. İklim öngörülerine bakıldığında özellikle Seyhan Havzası ve Fırat-Dicle Havzası, sıcaklık ve yağış değerleri açısından su sorunun çok artacağı havzalar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Topografik farklılıklar, iklimsel farklılıklara neden olmaktadır. Türkiye'de ortalama rakım yaklaşık 1.100-1.200 metre arasındadır. Ortalama yükseklik batı bölgelerinde daha az iken doğu ve iç bölgelerde daha yüksektir. Bu yüzden yüksek platolar ve dağ sıralarının olduğu İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgeleri çok daha fazla kar yağışı almaktadır.

Kıyı kesimlerinde uzun, sıcak ve kuru yaz mevsimleri ile kısa ılıman, yağışlı kış mevsimlerinin olduğu Akdeniz iklimi hakimdir. Ne var ki, kışların soğuk, yazların aşırı sıcak olduğu İç Anadolu platosunda yağış oranları oldukça düşüktür. Sonuç olarak yağış miktarlarında da çok büyük değişiklikler görülmektedir; güneydoğu bölgelerinde 250 mm iken, Karadeniz kıyılarında 3.000 mm üstüne çıkabilmektedir.



Türkiye hidrolojik olarak, ortalama yıllık yağışların, buharlaşmanın ve yüzeysel su akışlarının büyük farklılıklar gösterdiği, 251 büyük havzadan oluşmaktadır. Havzalardaki yıllık yağış miktarları ve yıl içi yağış miktarı dağılımları büyük değişiklikler göstermektedir

Yaklaşık her 30 yılda bir kurak periyot gerçekleşmektedir. Bu kurak dönemler genellikle bir yıl sürmekle birlikte bazen iki veya üç yıla kadar uzayabilmektedir. Ancak 1960'lardan başlayarak kurak periyotların uzadığı gözlemlenmektedir. Örneğin 1994'deki kuraklık 5 yıl sürmüştür.

Türkiye'de son yıllarda suyun yönetimi ile ilgili önemli adımlar atılmaktadır. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün kurulması ve Su Çerçeve Direktifi'ne uyum için yapılan çalışmalar suyun yönetimi ile ilgili yaklaşımların değişeceğini göstermektedir. Bu değişim sürecinde ön plana çıkan kilit noktalarsa;

- Havza bazında yönetim yaklaşımı,
- Bütünleşik (entegre) yönetim,
- Ekosistem yaklaşımı,
- Yönetişim modelleri,
- Karar destek sistemleri,
- Katılımcılık,
- İklim değişikliği,
- Ekosistem hakkıdır.

Gerek Avrupa Birliği gerekse Birleşmiş Milletler “bütünleşik (entegre) yönetim” yaklaşımının altını çizmektedir. Suyun korunması veya yönetilmesi ile ilgili birçok diğer kuruluş da bu konunun önemini belirtmektedir. Ancak kurumlar dahil oldukları sektörlere, çalıştıkları bölgelere ve tecrübelerine göre bütünleşik yönetim anlayışının farklı yönlerini ön plana çıkartabilmektedirler.

Türkiye'de havzalara göre kişi başı su miktarı büyük farklılıklar göstermektedir. Çoruh, Batı Akdeniz ve Antalya havzaları su zenginiyken Marmara, Küçük Menderes ve Asi havzaları su fakiridir. Öte yandan Meriç-Ergene Havzası'nda

durum su kıtlığı sınırındadır. Türkiye'nin artmakta olan nüfusunun su kaynakları üzerinde iki farklı etkisi olmaktadır: nüfus artışı ile birlikte gıda talebinin ve dolayısıyla suya olan talebin artması; bu sebeple, kişi başı su miktarında düşüş olması. DSİ istatistiklerine göre yıllık kişi başı su miktarı yaklaşık 1.519 m<sup>3</sup> civarındadır. 2030 yılında nüfusun 100 milyon olacağı düşünüldüğünde kişi başı yıllık su miktarı 1.120 m<sup>3</sup> civarına düşecektir.

Günümüzde belediyelerin evsel kullanım için kişi başı günlük su çekimi TÜİK 2010 verilerine göre yaklaşık 217 m<sup>3</sup>'tür. Avrupa Birliği üyesi ülkelerde bu oran ortalama 150 m<sup>3</sup> kişi/gün/litre civarındadır ve alınan önlemler ile daha da azalmaktadır .

Su kıtlığı veya stres durumunu tanımlamak için kullanılan Falkenmark indeksine göre su kıtlık/stres durumu, ülke veya bölgede kişi başına düşen su miktarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır;

- 1.700 m<sup>3</sup>'ten fazla olması durumunda su sorunu olmayan,
- 1.700-1.000 m<sup>3</sup> arasında su sıkıntısı olan,
- 1.000-500 m<sup>3</sup> arasında su kıtlığı olan,
- 500 m<sup>3</sup>'ten az olması durumunda ise mutlak su kıtlığı olan.

Bu sınıflandırmaya göre Türkiye günümüzde su sıkıntısı olan bir ülke konumundadır ve yakın gelecekte su kıtlığı olan bir ülke statüsünde olma riski vardır.

### **2.2.1. Türkiye'de Su Kullanımının Sektörel Analizi**

Türkiye'nin 2008 yılında toplam su tüketimi 43 km<sup>3</sup> olmuştur ve bunun %11'i sanayide, %15'i evsel kullanım suyu olarak kullanılmıştır. Tarım sektörü %75'lik yüzeysel su ve %66'lık yeraltı suyu tüketimi ile Türkiye tatlı su kaynaklarının en çok tüketildiği sektör olmuştur [4].

Ancak bazı sektörlerdeki su kullanımı ile ilgili güncel verilere ulaşılmasının zorluğu yüzünden bu rakamların daha yüksek olma ihtimali de göz önünde bulundurulmalıdır.

Türkiye'nin 1990–2008 yılları arasında, tüketilen toplam su miktarında %40,5 oranında bir artış görülmüştür. Önümüzdeki 25 yıl içinde ihtiyaç duyacağı su miktarının, bugünkü su tüketiminin üç katı olacağı varsayılabilir. Türkiye'nin büyüyen su ihtiyacını karşılamak için kaynaklar üzerindeki baskı giderek artış göstermektedir.

Türkiye'nin 2023 hedefleri arasında mevcut kullanılabilir potansiyeli olan 112 km<sup>3</sup> su ve potansiyel sulu tarım alanlarının geliştirilerek kullanılması vardır. Bununla beraber sektörel su kullanımı hedefleri tarımda %64, sanayide %20 ve evsel kullanımda %16 olarak belirlenmiştir.

Tarımda yeni alanların sulamaya açılması yanında modern sulama tekniklerinin kullanılacağı da düşünülerek yılda 72 km<sup>3</sup> su kullanacağı öngörülmektedir. Nüfus artışı, kentleşme ve hızla gelişen turizm sektörü göz önünde bulundurularak 2008 yılında 6 km<sup>3</sup> olan evsel su kullanımının 2023 yılında 18 km<sup>3</sup>'e ulaşacağı öngörülmektedir. Sanayi sektöründe de mevcut %4 lük büyüme oranı ile 5 km<sup>3</sup>'lük su tüketiminin 22 km<sup>3</sup> olması beklenmektedir.

### **2.2.2. Türkiye' de Sanayi ve Enerji Üretiminde Su Kullanımı**

2010 yılında sanayide 5 km<sup>3</sup> su kullanımı olmuştur. Ne var ki, sanayide kullanılan suyun net olarak hesaplanması oldukça zordur. Firmalar su kullanımı konusunda DSİ ile su tahsisi anlaşmaları yapmakta, ayrıca birçok firma kendi kuyularından yeraltı suyu çektiğinden net rakamlar bilinmemektedir. Bunlara ek olarak şehir sınırlarındaki veya yakınlarındaki sanayi kuruluşları şebeke suyu kullandıklarından, bu miktar evsel kullanıma girmektedir. Bunların ötesinde su kullanımının izlenmesine yönelik etkin bir sistem veya kontrol mekanizması bulunmamaktadır[5].

Sanayide su kullanımı yıllara göre çok fazla değişmemekle birlikte yaklaşık %11 oranında olmuştur. Türkiye'de başlıca su tüketen sanayi kolları; çelik, kimya, kağıt üretimi, petrol rafinerileri ve tarıma dayalı sektörlerdir. Sanayide su kullanımı Marmara Bölgesi'nde diğer bölgelerden çok daha fazladır.

Türkiye’de sanayide su kullanımı ile ilgili çok kısıtlı veri vardır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2010 yılında imalat sanayinde toplam su çekim miktarı 1,64 km<sup>3</sup> olmuştur. Bunun %50’si soğutma suyu amaçlı deniz suyu çekimleridir. Geri kalan çekimlerin %28’ini kuyu suyu çekimleri oluşturmaktadır. Ayrıca, Organize Sanayi Bölgesi (OSB) şebekelerinin de genelde kuyu suyu olduğu düşünüldüğünde, Türkiye’de imalat sanayinde en çok tüketilen tatlı su kaynağı Yer altı sularıdır. Ayrıca, TÜSİAD raporunda (2008) bildirilen kullanım ve gerçek kullanım miktarları arasında büyük farklılıklar olduğu belirtilmektedir.

Bununla beraber; artan sanayileşme, kentleşme ve nüfusla birlikte tüm dünyada enerji talebi artmaktadır. Türkiye ise enerji talebi en fazla artan ülkelerden biridir. Su ile doğrudan ilişkisi nedeniyle elektrik enerjisinde son yirmi yıldır yaşanmakta olan tabloya bakıldığında, elektrik enerjisi tüketiminde endüstriyel ve kentsel kullanımın birbirine yakın olduğu görülmektedir. Özellikle Akdeniz ve Ege bölgelerinde kıyı kentlerinde yaşanmakta olan yoğun turizm su kaynakları kadar enerji kaynakları üzerinde de yoğun baskılar oluşturmaktadır. Marmara Bölgesi’nde ise benzer bir durum kentsel kullanım içinde yer alan tekstil gibi küçük sanayilerin yoğunluğu nedeniyle yaşanmaktadır.

Türkiye’nin kurulu enerji gücü hidrolojik, doğal gaz, kömür ve az da olsa rüzgar kaynaklarından oluşmaktadır. Türkiye’de hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, biokütle, biyogaz gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımların artırılması hedeflenmekte ve elektrik enerjisindeki payının 2023 yılında en az %30 düzeyinde gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.

Türkiye topografyası jeolojik ve morfolojik yapısına bağlı olarak önemli bir hidrolojik potansiyele sahiptir. Türkiye’nin brüt teorik hidroelektrik potansiyeli 433 Milyar kWh olup, Dünya’daki toplam teorik hidroelektrik potansiyelin yaklaşık %1’ine, Avrupa’daki potansiyelin ise yaklaşık %14’üne tekabül etmektedir. Teknik yapılabirliği bulunan potansiyel ise, brüt potansiyelin %50’sine (216 Milyar kWh) karşılık gelmektedir. Ancak havza-su potansiyelinin farklı sektörlerdeki su tüketimleri dikkate alındığında, net teknik hidroelektrik potansiyeli 180 Milyar kWh civarında olacağı tahmin edilmektedir.

Hidroelektrik santraller konusu enerji tartişmalarının önemli gündem maddelerindedir. Pek çok kişi bu santrallerin en iyi çözümlü olduğunu savunurken, çevre dünyasının önde gelenleri yanlış uygulamaların doğaya verdiği zararın altını çizmektedir. İklim değışikliği tartişmasının da giderek öne çıkması baraj rezervuarlarından buharlaşma ile olan kullanılabilir su kaybının büyüklüğünü artıracaklarının ileri sürülmesine yol açmaktadır. Dünya Bankası ve IUCN desteği ile kurulan Dünya Barajlar Komisyonu (World Commission on Dams-WCD) bulgularına göre barajların insanlığın gelişiminde önemli katkıları olmuşsa da, sosyal ve çevresel açıdan sorunlar yarattığı da belirtilmektedir.

## **BÖLÜM 3**

### **ATIK SUYUN ARITILMASI VE ARITILMIŞ SUYUN YENİDEN KULLANIM ALANLARI**

Atık su arıtımında temel hedef, atık suyun deşarj edildiği ortamlarda halk sağlığına ve ekolojik dengeye etkilerinin en az düzeye indirilmesidir. Aynı zamanda arıtılmış suyun tekrar kullanılması doğal kaynak kullanımını azaltma anlamında büyük önem taşımaktadır.

#### **3.1. ATIK SUYUN ARITILMASI**

Atık suların arıtılmasında, atık su içerisindeki kirleticilerin uzaklaştırılması amacı ile su karakterine göre birincil, ikincil ve ileri arıtma yöntemleri kullanılır [6]

##### **3.1.1. Atık Su Arıtımının Amacı ve Kapsamı**

Atık su arıtımı, çeşitli kullanımlar sonucu oluşan atık suların deşarj edildikleri alıcı ortamın fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirmek için uygulanan fiziksel kimyasal ve biyolojik proseslerin birini ya da birkaçını kapsamaktadır. Atık su içerisindeki kirleticilerin uzaklaştırılması amacı ile atık su karakterine göre birincil, ikincil ve ileri arıtma yöntemleri kullanılır [7]

##### **3.1.1.1. Birincil Arıtma**

Atık sudaki yüzen ve çökebilir katı maddelerin uzaklaştırılması işlemlerini kapsayan fiziksel arıtma ünitelerini içerir. İkincil arıtma organik maddelerin gideriminde kullanılan biyolojik ve/ veya kimyasal arıtma ünitelerini içerir. İleri arıtma bu işlemlere ilaveten ikincil arıtmada giderilmeyen kirleticilerin uzaklaştırılmasında kullanılan prosesleri kapsar.

### 3.1.1.2. İkincil Arıtma

Atık suların geri kazanım planlamalarının üçte birinden fazlası ikincil arıtmaya bağlıdır. Bu şekilde arıtılmış atık sular, pişirilmeden tüketilen ürünlerin yetiştirilmesinde kullanıma uygun değildir. Yeşil alanların sulamasında ve endüstrilerde soğutma suyu olarak kullanılabilir. Burada ayırma işlemleri membran biyoreaktörler (MBR) ile gerçekleştirilir. MBR, klasik ikincil arıtma proseslerine ilave arıtma teknolojisi olarak dizayn edilmemiştir. Daha düşük deşarj standartlarını sağlayabilmek amacıyla klasik ikincil arıtma proseslerine yerleştirilmiştir.

Membran biyoreaktörler, atık suların yeniden kullanımına yönelik projelerde nanofiltrasyon ya da ters osmoz işlemleri öncesi ön arıtma işlemi şeklinde uygulanmaktadır. Avrupa'da kentsel atık suların arıtımında membran uygulaması ilk defa 1998 yılında uygulandı. İlk yıllarda Ukrayna, Almanya ve İtalya'da küçük ölçekli arıtma tesislerinde (< 100 m<sup>3</sup>/saat) uygulandı. Ancak günümüzde büyük ve orta ölçekli uygulamalarda mevcuttur. Endüstriyel su kaynağı sağlamak amaçlı İtalya'daki Empoli tesisi ve tarımsal sulama amaçlı Fransa'daki Villafranche tesisi örnek olarak verilebilir.

### 3.1.1.3. Üçüncül Arıtma

Arıtılmış atık sular ile sulama yapılabilmesi için gerekli olan standart değerleri sağlayabilmek için, klasik ikincil arıtmaların filtrasyon ve/veya dezenfeksiyon gibi ilave arıtma işlemlerine ihtiyaç vardır. Avrupa'da USA' deki Kalifornia Madde 22 'deki gibi teknoloji temelli kanunlar yoktur. Kalifonia Madde 22, 0 FC/100 ml sınır değerini sağlayabilmek için ikincil arıtma deşarjlarının koagülasyon / flokülasyon, sedimentasyon, filtrasyon ve dezenfeksiyon işlemlerini düzenleyen bir kanundur. İspanya, Yunanistan, İtalya, Portekiz ve Kıbrıs gibi Avrupa Birliği'ne bağlı Akdeniz ülkeleri, koagülasyon-flokülasyon ve direkt filtrasyonu takip eden dezenfeksiyon işlemiyle 10 FC/100 ml sınır değerini hedeflemişlerdir.

#### **3.1.1.4. Dördüncül Arıtma**

Nanofiltrasyon ve ters ozmos gibi yöntemler deniz suyundan içme suyu elde edilmesi gibi işlemlerin yanı sıra atık sularında sulama veya endüstrilerde proses suyu olarak kullanıma olanak sağlayan arıtma teknolojileridir. Uygulamada nanofiltrasyon ve ters osmoz işleminden önce mikrofiltrasyon veya ultrafiltrasyon ön arıtma işlemi gerçekleştirilerek ultra saf su kalitesinde arıtma sağlanabilmektedir.

#### **3.1.2. Atık Su Arıtma Yöntemleri**

Atık su arıtma proseslerinde fiziksel arıtma, kimyasal arıtma ve biyolojik arıtma metodlarından biri ve birkaçı kullanılmaktadır[8].

##### **3.1.2.1. Fiziksel Arıtma Metotları**

###### **Izgaralar**

Atık su içindeki katı maddelerin pompa vb. tesisata zarar vermemesi için bu maddeleri sudan ayırmak, böylece diğer arıtma ünitelerine gelecek yükü hafifletmek amacı ile kullanılır. Kaba ızgaralar yatay ile 30-60° ,ince ızgaralar yatay ile 60-80° açı yapacak şekilde yerleştirilirler.

###### **Elekler**

Atık su içindeki katı parçaların tutulması suretiyle arıtma tesisindeki pompa v.b.mekanik teçhizatı korumak ve arıtma tesisinin yükünü azaltmak amacıyla kullanılır.

###### **Kum Tutucular**

Atık suda bulunan kum, çakıl gibi kolayca çökebilen maddeler pompaların aşınmasına, kanallar, borular ve çökeltme havuzlarında tıkanmalara neden olacağından, tesis girişinde kum" tutucular vasıtasıyla sudan uzaklaştırılırlar.



## **Dengeleme Havuzu**

Atık su arıtma tesislerinde debi salınımlarını kontrol etmek amacıyla kullanılır. Biyolojik arıtma sistemlerinde organik yük salınımlarını ve debinin tesisi sürekli besleyemediği durumlarda; kimyasal arıtma sistemlerinde ise debi salınımlarının yanı sıra pH kontrolünün ve kimyasal madde beslenmesi kontrol edilmesi bakımından dengeleme gereklidir. Dengeleme havuzunda karıştırma ve havalandırma işlemi yapılmak suretiyle atık suyun homojen olarak tesise iletilmesi sağlandığı gibi, organik yük bakımından da bir giderim elde edilebilir.

Karışım işlemi için türbin tip karıştırıcılar, difüzör veya mekanik havalandırma sistemleri kullanılır. Arıtma tesisine verilecek debiyi kontrol etmek amacı ile havuz çıkısına debi ölçüm cihazı konur.

## **Yüzdürme (Flotasyon)**

Atık suda bulunan yağ ve gresin sudan ayrılması amacıyla kullanılır. Yüzdürme işlemi, basit yağ tutucular, çözünmüş hava yüzdürmesi, dispers hava yüzdürmesi veya vakum yüzdürmesi yöntemleriyle yapılır. Basit yağ tutucularda atık suyun uygun sürelerde bekletilmesiyle, sudan daha küçük yoğunluğa sahip partiküllerin yoğunluk farkına bağlı olarak yüzeyde toplanması sağlanır. Üst tabakalarda biriken yağların zaman zaman sıyrılarak uzaklaştırılması gerekir. Diğer sistemlerde atık su içine hava kabarcıklarının yollanarak, askıda kalan partiküllerin kabarcık yüzeyine yapışması sonucu yoğunlukları azaltılarak su toplanması sağlanır.

## **Çökeltme Havuzları**

Atık suda bulunan çökebilir maddelerin yerçekimi etkisi ile çökeltilerek, atık su akımından ayrıldığı işlemidir.

Çöktürme işlemi kullanım amacına göre aşağıdaki uygulamaları içerir.

- Ön çökeltme havuzları: Kendiliğinden çökebilir katı maddelerin çöktürülmesi amacıyla kullanılır.

- Son çökeltme havuzları: Biyolojik flokların çöktürülmesini temin etmek amacıyla yapılır.
- Kimyasal çökeltme havuzları: Kimyasal flokların çöktürülmesini temin etmek amacıyla yapılır.

Çökeltme havuzları dikdörtgen veya dairesel planlı olarak yapılır. Temelde çökeltme havuzlarında dört ana bölge mevcuttur. Bunlar giriş yapısı, çıkış yapısı, çamur bölmesi, çökeltme bölmesidir.

Tabana çöken maddelerin çamur bölmesine aktarılması için sıyırma mekanizmasına ihtiyaç vardır. Sıyırma mekanizması, sıyırıcı ile döner veya sabit olarak yapılabilen köprüden oluşur. Sabit köprüde tahrik merkezden yapılırken, döner köprüde köprünün çevre ucuna yerleştirilen motor ve tekerlek yardımıyla döndürülmesi sağlanır. Çamur bölmesindeki fazla çamur, çamur pompaları vasıtasıyla gerektiğinde uzaklaştırılır veya geri devredilir. Duru suyun çökeltme havuzlarını terk etmesi ise havuz kenarlarına yerleştirilen savaklar vasıtasıyla sağlanır.

### **3.1.2.2. Kimyasal Arıtma Metotları**

Kimyasal arıtmanın amacı, suda çözünmüş halde bulunan kirleticilerin kimyasal reaksiyonlarla çözünürlüğü düşük bileşiklere dönüştürülmesi ya da kolloidal ve askıdaki maddelerin yumaklar oluşturarak çökeltilmesi suretiyle giderilmesidir.

#### **Nötralizasyon**

Asidik ve bazik karakterdeki endüstriyel atık suların pH' ını ayarlama işlemidir. Atık suyun pH' ının ayarlanması atık suyun alıcı ortama deşarj standartlarını sağlaması, biyolojik arıtma öncesinde (bakteriyel faaliyetler belirli pH değerlerinde gerçekleştiğinden) uygun pH değerinin sağlanması, kimyasal çöktürme işleminde reaksiyonların gerçekleşeceği uygun pH değerinin sağlanması bakımından gereklidir.

### **Hızlı Karıştırma ve Yavaş Karıştırma (Koagülasyon-Flokülasyon)**

Hızlı karıştırma işlemi, atık suya kimyasal maddenin homojen olarak karışmasını sağlamak amacı ile uygulanır. Bu işlem sonucu oluşan tanecikler çok küçük yumaklar halinde birleşirler. Atık suyun bu üniteye kalış süresi 0,5-5 dakika arasında değişir. Kimyasal madde olarak polielektrolit, kireç, alum, demirsülfat, demir klorür gibi maddeler kullanılır.

Koagülant olarak adlandırılan kimyasal maddelerin atık suya karıştırılması, çözeltilerinin hazırlanıp pompalar vasıtasıyla dozlama şeklinde olabildiği gibi, kuru halde de besleme yapılır.

Bu işlemden sonra, suyun yavaş bir şekilde karıştırılması, pıhtılaştırma ile oluşan taneciklerin birleşerek daha kolay çöken yumaklar oluşturmasını sağlamak amacıyla yumaklaştırma işlemi uygulanır. Yumaklaştırma ünitesinde suyun kalış süresi 15-60 dakika arasında olması sağlanarak askıda katı maddelerin koagülant ile maksimum teması temin edilir. Kimyasal yumaklaştırma sonrasında yumakların çöktürülmesi için çökeltme havuzu yapılır.

### **3.1.2.3. Biyolojik Arıtma Metotları**

Biyolojik arıtma, atık suda koloidal veya çözünmüş halde bulunan biyolojik olarak parçalanabilir maddelerin mikroorganizmalar tarafından besin ve enerji kaynağı olarak kullanılmak suretiyle atık sudan uzaklaştırılması esasına dayanır.

Atık sudaki organik maddeler; bakteriler tarafından parçalanarak sıvının içinde kalan biyolojik floklara veya gaz olarak atmosfere çıkan sabit inorganik bileşenlere dönüştürülür. Biyolojik arıtma yöntemleri temelde aerobik ve anaerobik olarak ikiye ayrılır.

### 3.2. ARITILMIŞ ATIK SULARIN YENİDEN KULLANIMININ ÖNEMİ VE YENİDEN KULLANIM ALANLARI

Nüfus artışı, hızlı endüstrileşme, su tüketim alışkanlıklarının değişmesi ve aşırı tüketim gibi nedenlerle tatlı su kaynakları tüm dünyada hızla tükenmektedir. Gerek ülkemiz gerekse diğer ülkeler henüz yeterli ve sağlıklı içme ve kullanma suyuna sahip değildir. Tatlı su kaynaklarına yönelik artan talebe karşılık bu kaynakları yenileyip arttırmak hem teknik hem de ekonomik açıdan sınırlayıcı olduğundan sürdürülebilir kalkınmayı sağlayabilecek yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bakımdan arıtılmış atık suların geri kazanımı ve değişik amaçlar için geri kullanımına yönelik geliştirilen, 'temiz su kaynaklarını korumanın ilk yolu atık suları geri kazanma ile başlar'düşüncesine yönelik çalışmalar ve uygulamalar artırılmıştır. Böylece hem tatlı su kaynaklarının tüketimi azaltılıp hem de deşarj edilen arıtılmış atık suların çevresel etkileri en aza indirilebilmektedir [9]

Suyun geri kazanımı; Karajeh ve ark.'nın 2004 makalelerinde yaptıkları tanıma göre, suyun iyileştirilmesi ya da yeniden kullanılması anlamına gelen bir kelime olup arıtma, depolama, dağıtma, atık suyu kullanma gibi prosesleri içeren bu kelimelerin tümünü aynı çatı altında birleştirir .

Atık suların, kullanım amacına yönelik arıtılması isteniyorsa içinde bulunan ve yeniden kullanımını engelleyen ya da yeniden kullanımında herhangi bir şekilde zararlı olabilecek bütün maddelerin giderilmesi gereklidir. Atık sular çoğunlukla, doğal temiz sular ile (nehir suyu gibi yüzeysel sular ile) seyreltilerek tekrar kullanılabilirliği düşünülse de, bu durumda seyreltme oranı 100 kat gibi büyük miktarlara ulaşacağından, atık su ve seyreltme suyundan oluşan bu karışık su halini alacağından artık atık suların tekrar kullanımından söz edilemez. Atık su arıtımı sırasında bu maddelerin konsantrasyonlarının indirilmesi gereken değerler için belirlenen ölçü; arıtılmış atık suların ve yüzeysel suların düşük seyreltme oranlarında karıştırıldıklarında atık su karakterinin tamamen kaybolması gerekliliğidir. Ancak bu durum ülkemizde tamamen yasa dışıdır. Atık sular, ileri arıtma ile hiçbir seyreltmeye ihtiyaç duyulmadan kullanılacak duruma getirmek için arıtılabilir [10].

Ülkemizde 3217 imalat sanayinden yaklaşık olarak yıllık 638 milyon m<sup>3</sup> endüstri kaynaklı atık su oluşmaktadır. Bu atık suların % 36'sı arıtılarak, % 64'ü ise arıtılmadan alıcı ortamlara deşarj edilmiştir. 410 m<sup>3</sup> atık su yeniden kullanılmaktadır.

R. Hochstrat ve arkadaşları tarafından yapılan, ülkelerin su mevcudiyeti, su ihtiyacı ve arıtılmış deşarj verileri temel alınarak hazırlanmış model çalışmasına göre Türkiye'nin atık su geri kazanım potansiyeli gelecek 2025 yılı tahminine göre 234 Mm<sup>3</sup>/yıl ile Avrupa ülkeleri arasında dördüncü sıradadır.

Atık suların yeniden kullanımına yönelik yapılan araştırmalar ise çeşitli arıtma sistemlerine ilave yöntemlerle yeniden kullanıma uygun hale getirilebileceğini gösterirken, bu araştırmaların uygulamaya geçirilmediği görülmektedir[11].

Arıtılmış atık suların geri kullanım alanları ana hatlarıyla aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

### **Kentsel Kullanım**

- Parklar, rekreasyon alanları, spor tesisleri, otoyol kenarları
- Uydu kentlerde yeşil sahalar
- Ticari ve endüstriyel gelişme alanları
- Golf merkezleri
- Yangın söndürme
- Ticari ve endüstriyel alanlarda tuvalet pisuvarları
- İnşaat projelerinde toz kontrol ve beton üretim
- Araç yıkama tesisleri

### **Endüstriyel Kullanım**

- Soğutma suyu
- Proses suları
- Kazan besleme suyu
- Tesis yeşil alan sulaması

- Yangın söndürme suyu
- Zirai Sulama
- Habitat, Yüzeysel Suları, Rekreasyon Alanların Beslenmesi
- Yeraltı Suyu Beslenmesi / Enjeksiyonu
- Sahil bölgelerinde tuzlu suyun yer altı tatlı su kaynaklarına girişiminin engellenmesi
- Toprak – yer altı suyu sisteminde daha ileri arıtım
- İçme suyu veya kullanma suyu kalitesindeki akiferlerin beslenmesi
- Geri kazanılmış atık suyun depolanması
- Aşırı yer altı suyu pompalanması sonucu oluşabilecek göçüklerin engellenmesi.

Arıtılmış atık suların geri kazanımının sağlayacağı faydalar aşağıda sıralanabilir;

- Sürdürülebilir seçenekli su kaynağı olarak kullanıma olanak sağlar, gerekli kontroller altında güvenilir bir su kaynağıdır.
- Daha az enerji tüketimine neden olur.
- Yeni su kaynaklarının daha az tüketilmesine neden olur.
- Yüzey sularının atık su deşarjlarıyla kalitesinin bozulmasını azaltır.

### **3.2.1. Tarımsal Sulama Amaçlı Yeniden Kullanım**

Sulama suyu ihtiyacı; toplam su tüketiminin oldukça yüksek bir oranını oluşturmakta olup bu oran ülkeden ülkeye %30 ile %92 arasında değişmektedir. Tarımsal sulama için ihtiyaç duyulan suyun bu kadar fazla olması arıtılmış atık suların tarımsal amaçlı sulama suyu olarak kullanılmasını dikkate değer kılmakta olup, arıtılmış atık suyun geri kullanımının sağlanması ile önemli miktarda su korunumu sağlanacaktır. Bunun yanı sıra, bitki besin maddesi kaynağı olabilecek elementler içermesi ve kalite açısından ürünlere bağlı olarak nispeten uygun özellikler taşıması, tarımsal amaçlı geri kullanımda artış eğilimine neden olmaktadır. Ancak atık suların arıtıldıktan sonra tarımda kullanılmasının olumsuz etkilerini azaltmak, insan sağlığını ve çevreyi korumak amacıyla dikkate alınması gereken pek çok konu bulunmaktadır. Bu da atık

suların tarımda kullanılabilmesi için bazı kalite parametrelerinin oluşturulmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu nedenle pek çok ülke çeşitli standartlar ve yol gösterici kaynaklar hazırlama yoluna gitmektedir.

Ülkemiz su kaynaklarının korunması ve kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılan hukuki düzenlemelerin en önemlilerinden birisi; 2872 sayılı Çevre Kanununa dayanılarak çıkartılan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğidir. Su kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) Madde 28'e göre sulama suyunun kıt olduğu ve ekonomik değer taşıdığı yörelerde, SKKY Teknik Usuller Tebliği'nde verilen sulama suyu kalite kriterlerini sağlayacak derecede arıtılmış atık suların, sulama suyu olarak kullanılması teşvik edilir.

Bir suyun sulama yönünden elverişliliğinin tayini için ;

- Çözünebilir tuzların toplam konsantrasyonu,
- Sodyum ve diğer katyonların nisbi oranı (SAR),
- Bor ve buna benzer toksik elementlerin konsantrasyonu,
- Kalsiyum ve Magnezyum,
- Anyonlar (klor, sülfat, nitrat),
- Toplam katı madde, organik madde yükü, yağ ve gres gibi yüzen maddelerin miktarı,

Arceivala'a (2007) göre atık suları sulamaya elverişli olan sektörlere örnek olarak konserve, süt ürünleri, meşrubat, bira, gübre endüstrisi verilebilir. Yağ, petrol ürünleri, solvent, ağır metal ve toksik madde içeren atık su üreten endüstrilerin atık sularının ise tarımsal sulamada kullanılması önerilmemektedir.

Weber ve ark. 1996; Kızıloğlu ve ark. 2008, çalışmalarında atık suyu, bitki besin ve organik madde açısından, kurak alanlarda, gübreleme ve verimliliği korumak açısından değerli bir kaynak olarak göstermektedirler. Ancak, atık su uygun biçimde arıtılmaz ve yönetilmezse, sulamada yeniden kullanımı çevresel problemleri de beraberinde getirebilir.

Standartlar çerçevesinde arıtılmamış atık suyun, uygun tedbirler ve teknik önlemler alınmadan sulamada kullanılmasının olası riskleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Arıtılmamış atık su ile uzun süre temas eden ve bu su ile sulanan sebzeleri tüketen kişilerin sağlığında ciddi bir risk yaratır.
- Yeraltı suyunda kirliliğe yol açar (nitrat birikimi, ağır metaller vs).
- Toprakta kimyasal kirleticilerin birikimini neden olur (nitrat birikimi, ağır metaller vs).
- Hastalıkların yerleşeceği bir ortam yaratır.
- Arıtılmış atık su sulama sistemlerine zarar verebilir.
- Sulama ürün ihtiyacına bağlı olarak miktarı değişen ve mevsimsel bir uygulamadır, ancak atık su arıtımı yıl boyunca süreklilik gösterir bu nedenle sulama ihtiyacının olmadığı dönemlerde ikinci bir deşarj imkânının sağlanması ya da depolanması gerekmektedir.
- Atık suyu taşıyan kanallarda ötrofikasyona neden olur.

### **3.2.2. Endüstrilerde Kullanım**

Su kısıtlılığının ve nüfusun artması ile endüstriyel amaçlı yeniden kullanım çok önemli su temini yöntemlerinden biri olmuştur. Endüstriyel yeniden kullanım genellikle kazanlar, su kuleleri radyoaktif atıkların seyreltilmesi, petrol rafinerileri, kimya fabrikaları ve metal fabrikaları proseslerinde kullanılmaktadır.

Geri kazanılmış atık suyun endüstride kullanımı yaygın bir uygulama olup, atık suyun geri kazanılması, endüstriyel atık suyun arıtılıp çoğunlukla prosesin bir parçası olarak tesis içinde geri çevrimi ile veya evsel atık su arıtma tesislerinde arıtılan suyun endüstrilerde kullanılması şeklinde olabilmektedir. İçme suyu niteliğindeki suya ihtiyaç duymayan birçok endüstri için, geri kazanılmış su idealdir. Türkiye’de sanayide atık suların tekrar kullanımı ise daha çok atık suların geri kazanılarak tesis içinde devrettirilmesi şeklinde olmaktadır. Arıtılmış suların endüstrilerde soğutma suyu olarak arıtılmış atık suların kullanılması durumunda korozyon, çökelek oluşması, mikrobiyal büyüme gibi konulara dikkat edilmesi gereklidir.



Arıtılmış atık suların kazan besleme suyu olarak kullanımı durumunda, kazanın çalışma basıncı önem kazanmaktadır. Yüksek basınçla çalışan kazanlar daha iyi kalitede suya ihtiyaç duyarlar. Genel olarak, ister içme suyu ile ister arıtılmış su ile çalışsınlar, tüm kazanlarda sertliğin sifıra yakın olması istenir. Kazanlarda çökelek oluşumuna neden oldukları için kalsiyum, magnezyum, silisyum ve alüminyumun arıtılması istenir. Arıtılmış suyun özelliklerine bağlı olarak filtrasyon, karbon adsorpsiyonu ve azot giderimi işlemleri tarafından takip edilen flokülasyon, çökeltim ve rekarbonasyon işlemlerini içeren kireçle arıtım uygulanır. Yüksek basınçla çalışan kazanlar için istenen çok iyi kalitede suyu elde etmek için ters osmoz ve iyon değiştirme işlemleri kullanılabilir. Arıtılmış suların proses suyu olarak kullanımı durumunda her bir endüstri için ayrı inceleme yapmak gereklidir. Bazı endüstriler çok iyi kalitede suya ihtiyaç duyarken, bazı endüstriler daha az kaliteli suyla da üretim yapabilmektedir. Örneğin elektronik sanayi neredeyse destile su kalitesinde suya ihtiyaç duyarken deri sanayi daha düşük kaliteli suyla da çalışabilmektedir. Tekstil, kağıt ve metal sanayi ise, orta kalitede suya ihtiyaç duymaktadır.

### **3.3. DÜNYADA VE ÜLKEMİZDE ÇEŞİTLİ ATIK SU GERİ KAZANIM ÇALIŞMALARI**

Artan su ihtiyacına paralel olarak hem dünyada hem ülkemizde atık suların arıtılması ve tekrar geri kazanılması üzerine yapılan çalışmalar son derece önem kazanmıştır.

#### **3.3.1. Avrupa'da Atık Suların Geri Kazanım Çalışmaları**

Avrupa her ne kadar su kaynakları bakımından zengin olsa da son 10 yıllık süreçte su kıtlığı ve kalitesindeki bozulma gibi sorunların artmasıyla bu durum değişmiştir. Avrupa ülkelerinin yarısı (hemen hemen nüfusun % 70'i) bugün su sıkıntısıyla yüz yüzedir [12].

Avrupa'da 200'den fazla su geri kazanım projesi mevcuttur ve bu suların geri kazanım uygulamaları 4 kategoride ele alınmaktadır. Bunlar tarımsal, endüstriyel, kentsel, rekreasyon alanları, akiferlere geri deşarj gibi çevresel kullanımlar ve bunların kombinasyonları şeklindedir.

Bu projeler büyüklüklerine göre 4 sınıfta incelenmektedir.

- Çok küçük ölçekli (< 0. 1 GL/yıl)
- Küçük ölçekli ( 0. 1-0. 5 GL /yıl)
- Orta ölçekli (0. 5-5 GL /yıl)
- Büyük ölçekli (> 5 GL/yıl)

Arıtılmış atık suların kullanım alanları Güney ve Kuzey Avrupa'da farklıdır. Güney Avrupa'da projelerin %44'ü tarımsal sulamada, %37'si ise kentsel ve çevresel uygulamalarda kullanılırken, Kuzey Avrupa'da %51 kentsel ve çevresel uygulamalarda, %33'ü ise endüstrilerde kullanılmaktadır. Ayrıca Avrupa'da kıyı akiferlerinin tuzlanması önlemek için, arıtılmış atık suların yeraltı sularına geri devri yükselen bir ilgi görmektedir. Bu konuyla ilgili Barcelona ve Londra'nın kuzeyinde iki büyük proje gerçekleştirilmiştir. Atık suların yeniden kullanımıyla ilgili yapılan proje çalışmaları ülkelerin sektörel su kullanımlarını da yansıtmaktadır.

Avrupa'da kentsel atık suların yeniden kullanımı ve atık suların geri kazanımı önemli bir konu olup, Avrupa Birliği komisyonu tarafından bu konuyla ilgili araştırma projeleri desteklenmektedir. Avrupa Birliği'nin yeni üyelerinde Kıbrıs'ta, 6 Mm<sup>3</sup> / yıl atık su 20 arıtma tesisi tarafından üçüncül arıtma ile arıtılarak sulama amaçlı kullanılmıştır. 12 adet ikincil arıtma ile arıtılan atık sular ise sulama dışındaki diğer amaçlar için kullanılmıştır. Ayrıca güney sahilindeki Limassol ve kuzey sahilindeki Larnaca ve Ayia Naa-Paralimni turistik bölgelerinde atık suların arıtımı ve yeniden kullanımına yönelik çalışmaları da mevcuttur. 2012 yılına kadar köylerde ve şehirlerdeki merkezi toplama sistemleri ve arıtma tesisleri tamamlanarak arıtılmış atık su hacminin 30 Mm<sup>3</sup>'e çıkması beklenmektedir. Bu atık suların yeniden kullanılması ile tarımsal sulama da %10 genişlemiş olacaktır.

### **3.3.2. Türkiye'de Atık Suların Geri Kazınım Çalışmaları**

Ülkemiz için geri kazanılan atık suların öncelikli yeniden kullanım alanları,

- Tarımsal sulama, park ve bahçe sulaması,

- Sanayi soğutma ve proses suyu olarak kullanılmasıdır.

Ülkemizde arıtılmış atık suların sulama suyu olarak kullanılmasıyla ilgili yasal mevzuat 7 Ocak 1991 tarihli ve 20748 sayılı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği'nin 7. bölümünde verilmiştir. Arıtılmış atık suların sulamada kullanılabilmesi için gerekli şartlar, bu Tebliğ'in ekinde verilmiştir. Bu standartlar sırasıyla, sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kalite kriterleri, sulama sularında izin verilen maksimum ağır metal ve toksik elementlerin konsantrasyonları, atık suların tarımda kullanılması ile ilgili esaslar ve teknik sınırlamalar, endüstriyel atık suların sulama suyu olarak kullanılmaya uygunluğu, arıtılmış evsel atık suların dezenfekte edilmeden sulamada kullanıp kullanılmayacağını gösteren tablo ve bitkilerin bor minarellere karşı dayanıklılıklarına göre sulama sularının sınıflandırılmasıdır.

Arıtılmış atık suların sulamada kullanımı Türk çevre kanunlarında 1991 yılından beri yer almasına karşın uygulamaları atık suyun orman, park ve bahçe alanlarının sulamasında kullanıldığı bir kaç örnekten ibarettir.

## BÖLÜM 4

### KARDEMİR A.Ş ENTEGRE DEMİR-ÇELİK PROSESİ VE SU KULLANIMI

Entegre Demir Çelik tesislerin kuruluş yerleri incelendiğinde su kaynaklarına yakın yerlerde olduğu görülmektedir. Bunun nedeni demir çelik tesisleri için suyun öneminin büyük olmasıdır.

#### 4.1. KARDEMİR A.Ş' DE SU TEMİNİ

Kardemir A.Ş. evsel su ihtiyacını Kardemir A.Ş adına ruhsatlı 24 adet içme suyu kuyusundan ve proses suyu ihtiyacını ise Karabük ilinin ortasından geçen Soğanlı Çayından karşılamaktadır. Soğanlı Çayından 8 kapaklı regülatör vasıtasıyla proseslerin ihtiyacına göre alınan su ilk olarak ön çöktürme havuzlarından geçirilmekte ardından bir kısmı tek geçişli olarak kullanılmaktadır. Ön çöktürme yapılmış suyun bir kısmı ise proses suyu arıtma tesisi olan Point-1 tesisine getirilerek, hızlı karıştırma, yavaş karıştırma ve çöktürme aşamalarından sonra tamamlama suyu (point suyu) olarak tesislere dağıtımı yapılmaktadır.

Geçmiş yıllarda dereden alınan su miktarı veya dereye bırakılan su miktarı, su fazlalığı sebebi ile hiç önem teşkil etmezken Soğanlı Çayı üzerine kurulan Eren Hes ve Enbatı Hes Hidroelektrik Santrallerinden sonra daha da önem kazanmıştır.

2013 yılında kurulup devreye alınan Enbatı Hidroelektrik Santrali projesinden sonra kaybedilen her m<sup>3</sup> su Kardemir A.Ş. adına daha önemli hale gelmiştir. Bu kapsamda işletmelerdeki gereksiz su kullanımı önlenmeye çalışılmıştır. Çizelge 4.1'de son 4 yılda ton demir üretimi başına kullanılan su miktarlarındaki değişim görülmektedir.

Çizelge 4.1. 2011-2014 Sıvı ham demir üretimi başına kullanılan su miktarları.

Yıllar	Sıvı Ham Demir (ton demir /yıl)	Point Suyu + Servis Suyu (m <sup>3</sup> su / yıl)	Ham Çelik Üretimi Başına Düşen Su Üretimi (m <sup>3</sup> su / ton demir)
2011	1.359.780,70	31.903.572	23,46229212
2012	1.440.900,00	19.531.518	13,55508224
2013	1.579.204,00	20.114.432	12,73707007
2014	1.653.975,00	22.185.074	13,41318581

#### 4.2. KARDEMİR A.Ş' DE SU KULLANIM YERLERİ

Kardemir A.Ş. nin su ile ilgili tüm yönetimi (elde etme, hazırlama, şartlandırma ve arıtma) Su Tesisleri Başmühendisliği tarafından yönetilmektedir.

İdare edilen alan; Haddehane Su Tesisleri, Çelikhane Su Tesisleri, Merkez Pompa Su Tesisleri (Yüksek Fırınlara-Kok Fabrikaları ve Kuvvet Santrali Su Tesisleri), Point I Su Tesisleri ve Merkezi Atık Su Arıtma Tesisleri işletmelerini, ayrıca fabrika sahasında ve Meşeler Düzü mevkiinde bulunan toplam 24 adet içme suyu kuyusunun da hijyen kontrolü ve işletmeciliğini kapsamaktadır.

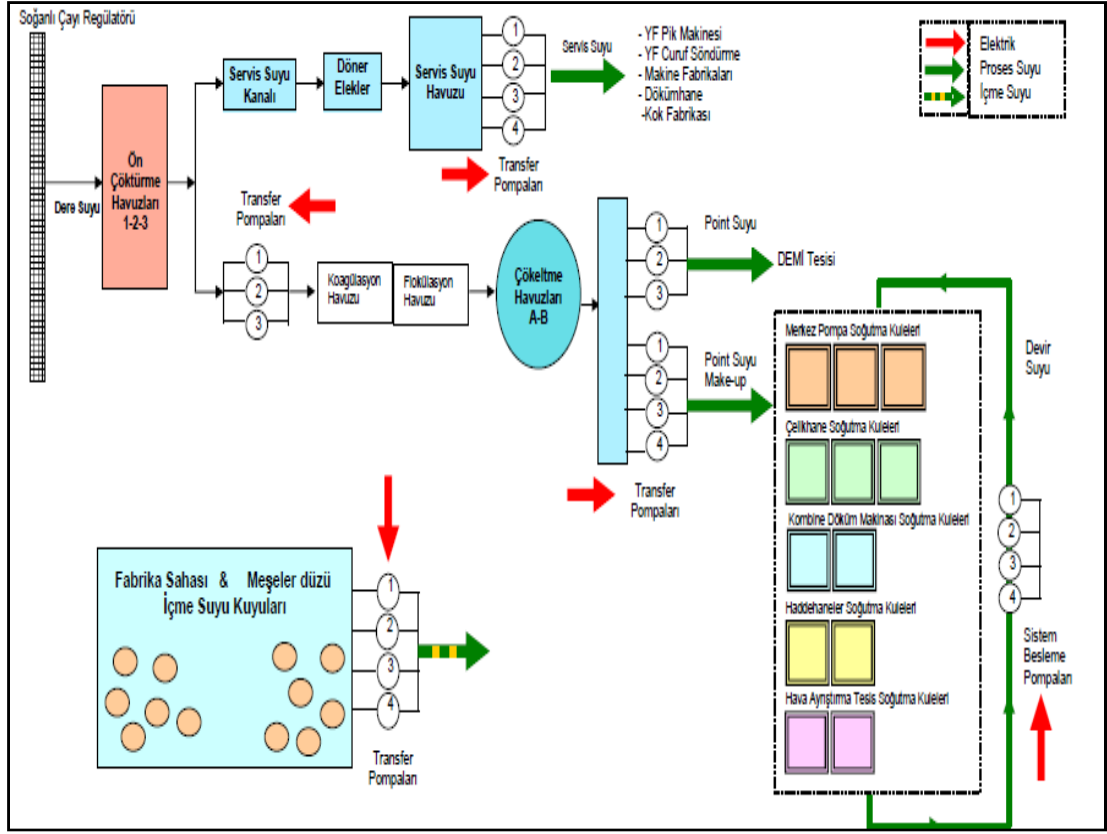
Kardemir Su Tesisleri bünyesinde analitik anlamda 4 farklı su üretilmektedir:

- Servis Suyu: Soğanlı Çayından alınan ve sadece doğal sedimentasyon ile üretimi gerçekleşen servis suyu tek geçişli soğutmada kullanılan ham dere suyudur.
- Devir Suyu: Tesislerin soğutulması ile ısınarak dönen, soğutma kulelerinde soğutma ve su şartlandırma işlemi yapılan resürküle sudur.

- Point 1 Tesisi Suyu: Devir sularının buharlaşma ve kaçaklar gibi sebeplerle kaybolması durumunda kullanılan fiziksel ve kimyasal şartlandırmaya tabi tutulmuş tamamlama suyudur.
- İçme Suyu: Kardemir A.Ş adına ruhsatlı 24 adet iç ve dış kuyulardan elde edilip evsel ve proses suyu olarak kullanılan sudur.

Çizelge 4.2. Kardemir A.Ş 2003 - 2013 yılları arası su tüketimleri.

<b>Yıllar</b>	<b>Servis Suyu (m<sup>3</sup>/yıl)</b>	<b>Devir suyu (m<sup>3</sup>/yıl)</b>	<b>İçme suyu (m<sup>3</sup>/yıl)</b>	<b>Demi Suyu (m<sup>3</sup>/yıl)</b>
2003	14.978.646	185.412.083	744.7604	388.825
2004	15.123.000	186.130.002	9.185.770	413.075
2005	14.799.525	188.892.133	10.996.073	423.016
2006	17.520.000	197.363.001	12.653.509	407.630
2007	15.205.824	201.767.896	11.203.425	428.980
2008	18.738.186	248.456.316	3.239.150	423.166
2009	20.659.647	303.544.234	10.101.030	357.705
2010	20.328.592	296.643.255	9.782.769	338.620
2011	20.220.771	307.524.209	9.409.806	386.221
2012	10.429.900	328.482.793	8.329.539	421.649
2013	9.700.032	332.580.576	5.601.404	449.569



Şekil 4.1. Kardemir A.Ş. su üretim şeması.

Çizelge 4.2 'de de görüleceği gibi tesiste tek geçişli olarak kullanılan servis suyu miktarları yıllara göre azalım göstermiştir. Bunun nedeni tesiste son 10 yıl içerisinde yapılan yeni teknolojilerin kullanıldığı proses suyu tesisleri kapalı çevrim olarak yapılmakta ve bu tesisler sadece buharlaşma ve tesiste kullanım sırasında oluşan diğer kayıplarda dikkate alınarak tamamlama suyu ilavesi ile çalışmaktadır.

Ayrıca tesiste servis suyunun yıllara göre azalması doğal kaynak kullanımının yeni teknolojilere bağlı olarak yıllar içerisinde daha da azaltılacağına bir göstergesi olmaktadır. Bunun yanında tek geçişli servisi suyu direk atık su olarak deşarj edildiğinden, su kullanımına paralel olarak atık su oluşumunda da azalma yaşandığı anlaşılmaktadır.

Aynı zamanda son 10 yılda soğutma kulelerinde devir daim ettirilerek kullanılan devir suyu artan üretim kapasitesine paralel artış göstermiştir. Kardemir A.Ş' de yapılan her yeni yatırım su gerektirir ve suyun daha verimli kullanımı suyu devir

daim ettirerek kullanmakla mümkündür. Kardemir’ de mevcut soğutma kuleleri ve kapasiteleri aşağıdaki Çizelge 4.3’ te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kardemir A.Ş soğutma kulesi özellikleri.

Sıra No	Soğutma Kulesi	Kule Özellikleri	Göz Sayısı
1	1 Nolu Hava Ayırıştırma Tesisi Soğutma Kulesi	1950 m <sup>3</sup> /h 40/30/25 °C	3
2	Çelikhane Bloom-Kütük Döküm Makineleri Sekonder Devre Soğutma Kulesi	3800 m <sup>3</sup> /h 42/30/25 °C	2
3	Çelikhane 3. Döküm Makinesi Sekonder Devre Soğutma Kulesi	2400 m <sup>3</sup> /h 48/33/25 °C	2
4	Çelikhane Bloom-Kütük Döküm Makineleri Sprey Devre Soğutma Kulesi	1250 m <sup>3</sup> /h 60/40/25 °C	2
5	Çelikhane 3. Döküm Makinesi Sprey Devre Soğutma Kulesi	1200 m <sup>3</sup> /h 50/35/25 °C	1
6	Çelikhane 1-2 Nolu Konverterler Sekonder Devre Soğutma Kulesi	4500 m <sup>3</sup> /h 55/30/25 °C	3
7	Çelikhane 3 Nolu Konverter Sekonder Devre Soğutma Kulesi	1200 m <sup>3</sup> /h 50/35/25 °C	1
8	KHH Ray Profil Haddehanesi Sprey Devre Soğutma Kulesi	2500 m <sup>3</sup> /h 49/30/25 °C	3
9	KHH Ray Profil Haddehanesi Sekonder Devre Soğutma Kulesi	3000 m <sup>3</sup> /h 47/30/25 °C	3
10	Kuvvet Santrali Konderns Soğutma Suyu Soğutma Kulesi 1	10000 m <sup>3</sup> /h 40/30/25 °C	4



Çizelge 4.3. (Devam ediyor).

11	Kuvvet Santrali Konderns Soğutma Suyu Soğutma Kulesi 2	10000 m <sup>3</sup> /h 40/30/25 °C	4
12	Yüksek Fırın + Kok Fabrikaları Soğutma Suyu Kulesi	20000 m <sup>3</sup> /h 42/30/25 °C	8
13	2 Nolu Hava Ayrıştırma Tesisi Soğutma Kulesi	3600 m <sup>3</sup> /h 42/30/25 °C	3
14	5 Nolu Yüksek Fırın Turbo Blower Kondens Soğutma Suyu Kulesi	10000 m <sup>3</sup> /h 42/30/25 °C	3

Geçmişte Soğanlı Çayı'ndan alınıp tek geçişli olarak kullanılan su; doğal kaynak kullanımını azaltmak ve daha iyi bir soğutma sağlamak amacıyla Soğutma Kuleleri'nde birkaç defa (2 veya 3) çevrilerek kullanılmaya başlanmıştır.

Şekil 4.1 'de Kardemir A.Ş 'de suyun regülatörler vasıtasıyla dereden alınıp, ihtiyaca göre şartlandırılıp ilgili tesislere dağıtılması ile ilgili aşamalar şematik olarak mevcuttur.

#### 4.2.1. Kok Fabrikaları

Kok Fabrikaları, Yüksek Fırınların kok ihtiyacının karşılamak amacıyla kurulmuş olup, metalürjik kok, ceviz kok, kok tozu ve yan ürün olarak da ham katran, ham benzol, naftalin ve amonyum sülfatın üretildiği tesislerdir.

Kok demir oksitlerin indirgenmesi için gerekli gazları (CO) oluşturur, demir dışı metal oksitleri indirger, yüksek fırınlar içerisindeki yükün taşınmasını ve hava geçirgenliğini sağlar.

Kardemir Kok Fabrikaları; Kömür Hazırlama Tesisi, Kok Bataryaları, Kok Kırma Eleme Tesisi ve Yan Ürün Tesisleri olmak üzere 4 ana bölümden meydana gelir. Kok Fabrikalarında Su kapalı çevrim olarak Egzoster Ünitesi'nin Ön ve Son

Soğutucularında ve Yan Ürünler Tesislerinde soğutma amaçlı olarak kullanılmaktadır. Kullanım miktarı 2015 yılı itibariyle yaklaşık 2000 m<sup>3</sup>/h 'dir. Aynı zamanda Kok Bataryaları'nda da Kok Söndürme amaçlı olarak da tek geçişli su kullanılmaktadır. Kullanım miktarı 2015 yılı itibariyle yaklaşık 100 m<sup>3</sup>/h 'dir.

Çizelge 4.4' de görüleceği üzere Kok Fabrikalarında Servis suyu kullanım miktarları 2013 yılından itibaren azalma eğilimine girmiştir. Bu azalmanın nedeni: egzoster son soğutmasında daha önce tek geçişli su kullanılırken bu tarihten itibaren kapalı çevrim devir suyu kullanılmaya başlanmasıdır. Sistemde kullanılan tek geçişli su miktarı yaklaşık olarak 400 m<sup>3</sup>/h 'ti ve bu su kullanım sonrası dereye deşarj edilmekteydi. Yapılan iyileştirme sonrası hem doğal kaynak kullanımı hem de dereye yapılan deşarj miktarının azaltılması sağlanmıştır.

#### **4.2.1.1. Kok Bataryaları**

Kok fırınları 6 Batarya 170 Fırından oluşmaktadır. Koklaşabilir kömür, şarj arabalarıyla her bir fırına şarj edilir. 18-20 saatlik koklaşmadan sonra kızgın kok itici arabaları ile kılavuz arabası üzerinden söndürme vagonetine boşaltılır. Çıkan kızgın kok, söndürme kulelerinde direkt su püskürtülerek söndürüldükten sonra kok rampasına dökülür. Isıtma karışık gaz (Kok Gazı ve Yüksek Fırın Gazı) ve kok gazı ile olmaktadır.

Bir fırının eni 45mm, boyu 13.590mm, yüksekliği 4500 mm' dir. Faydalı hacmi 24,3 m<sup>3</sup> tür. Fırın arabaları olarak 2 adet şarj arabası, 3 adet itici arabası, 3 adet kılavuz arabası ve 3 adet söndürme arabası mevcuttur.

#### **4.2.1.2. Kok Kırma Eleme Tesisi**

Üretilen rampa kokunun kırma, eleme işlemleriyle boyutlandırılıp yüksek fırınlara sevk edildiği tesislerdir. Her biri 200 ton/saat kapasitesinde iki ayrı tesis mevcuttur. Tesiste ayrıca piyasaya sunulabilecek döküm kok, metalurjik kok, ceviz kok ve kok tozu hazırlanmaktadır.

#### 4.2.1.3. Yan Ürün Tesisleri

Yan Ürün Tesisleri koklaşma sırasında meydana gelen Ham Kok Gazının temizlenerek şebekeye verilecek kaliteye getirildiği ve ham benzol, yol katranı, kreozot, katran boyası, pres naftalin, amonyum sülfat gibi pazarlanabilir yan ürünlerin elde edildiği tesislerdir. 1.560.000 m<sup>3</sup>/günlük Kok Gazı Hattı mevcuttur. Gaz hattı üzerinde Dekanter, Ön Soğutucu, Elektrofiltre, Egzoster, Son Soğutma Kuleleri ve Benzol Yıkama Kuleleri bulunmaktadır.

Kok gazında bulunan amonyak, naftalin ve ham benzol tutularak temizlenir. Kok gazının bataryalardan itibaren emilerek şebekeye basılması egzosterler vasıtasıyla olur. Ham gazdan ayrılan katran, işlenmek üzere katran destilasyon tesisine gönderilir.

Çizelge 4.4 'te Kok fabrikalarının son 5 yıllık servis suyu, devir suyu ve kuyu suyu kullanımı görülmektedir.

Çizelge 4.4. Kok fabrikaları son 5 yıllık su kullanımı.

<b>YIL</b>	<b>SERVİS SUYU (m<sup>3</sup>)</b>	<b>DEVİR SUYU (m<sup>3</sup>)</b>	<b>KUYU SUYU (m<sup>3</sup>)</b>
<b>2010</b>	3.863.393	18.071.695	1.900.233
<b>2011</b>	3.718.345	19.733.633	1.013.805
<b>2012</b>	3.629.919	20.085.192	919.734
<b>2013</b>	3.520.912	19.816.344	450.427
<b>2014</b>	906.500	20.606.784	266.012

#### 4.2.2. Yüksek Fırınlarda

Yüksek Fırınlarda sıvı ham demir üretimi gerçekleştirilmektedir. Önem sırasına göre demir içerikli malzemeler (Sinter, Pelet, Kalibre Cevher) ve ilave yardımcı malzemeler (Kireçtaşı, Dolomit, Çakmaktaşı, Manganez, vs) metalurjik kok ile birlikte fırının tepesinden içeriye katmanlar halinde şarj edilir. Fırın Hazne üstünde

bulunan tüyer isimli hava kanallarından Yüksek Fırın Sobalarında ön ısıtılmış (1000-1050°C) hava verilmek suretiyle, metalurjik kok yakılır. Oluşan CO gazı ve açığa çıkan enerji ile hammaddeler hem redüklenerek ve hem de ergiyerek sıvı ham demiri ve Yüksek Fırın cürufunu oluşturarak döküm deliğinden dışarı alınır.

1 No.lu Yüksek Fırın 500.000 ton/yıl, 2 No.lu Yüksek Fırın 250.000 ton/yıl, 3 No.lu Yüksek Fırın 550.000 ton/yıl, 4 No.lu Yüksek Fırın 500.000 ton/yıl 2014 yılında devreye alınan 5 No.lu Yüksek Fırın kapasitesi 1.200.000 ton/yıl üretim kapasitesine sahiptir.

Yüksek Fırınlar' da su fırın gövde soğutmada, fırınlara ait tüyerlerde ve sobalarda soğutma amaçlı kapalı çevrim olarak kullanılmaktadır.

Kullanım miktarı (devir suyu) : 2015 yılı itibariyle 8000 m<sup>3</sup>/h 'dir.

Aynı zamanda üretim cüruf granülüzasyonu sırasında tek geçişli olarak servis suyu kullanılmaktadır.

Kullanım miktarı (servis suyu): 2015 yılı itibariyle yaklaşık 800 m<sup>3</sup>/h dir.

Çizelge 4.5'ten görüleceği gibi 2011 yılından sonra tek geçişli servis suyu miktarında önemli derecede azalma olmuştur. Bunun nedeni yüksek fırınlarda yüksek fırın gazının gaz temizleme sisteminin sulu tip elektro filtre olması ve bu elektro filtrelerin tek geçişli servis suyu ile çalışmasıdır. Gaz temizleme sistemi Soğanlı Çayından alınan servis suyunun neredeyse yarısını kullanarak atık suyu ana kanala deşarj etmektedir. 2011 yılında yüksek fırınlar gaz temizle sistemine yapılan iyileştirme çalışması ile 1100 m<sup>3</sup>/h lik su kullanımının azalmasına buna bağlı olarak, deşarj edilen toplam atık su miktarının azalmasına ve demir içeriği bakımından en yüksek kirletici yüküne sahip olduğundan ana kanaldaki kirlilik yükünün de azalmasına olanak sağlamıştır. Atık su kirlilik yüklerinin azaltılması için yüksek fırın gaz temizleme sistemi arıtma tesisi kapalı devreye sisteme dönüştürülerek, mevcutta bulunan çökeltme havuzlarında fiziksel arıtma yerine kimyasal arıtmaya geçilmiştir.

Sistemin kapalı devre çalışmaya başlamasıyla tek geçişli servis suyu yerine, ilave tamamlama suyu almaya başlamış ve hem atık su miktarı hem de su kullanım miktarında azalma olduğu görülmüştür.

Yüksek fırın gaz temizleme sisteminin kapalı devreye geçmesiyle Soğanlı Çayı deşarj noktasına yapılan Merkezi Atık su Arıtma Tesisi projesi için ana kanala deşarj edilen atık suların miktarları ve kirlilik yükleri tekrar belirlenmiş ve proje için veriler elde edilmiştir. Çizelge 4.5'te Yüksek Fırınlara son 5 yıllık su kullanım miktarları görülmektedir.

Çizelge 4.5. Yüksek fırınlar son 5 yıllık su kullanımı.

<b>YIL</b>	<b>SERVİS SUYU (m<sup>3</sup>)</b>	<b>DEVİR SUYU (m<sup>3</sup>)</b>	<b>KUYU SUYU (m<sup>3</sup>)</b>
<b>2010</b>	14.712.290	42.073.991	1.904.260
<b>2011</b>	14.355.562	52.962.104	1.913.505
<b>2012</b>	5.197.598	63.699.434	1.780.330
<b>2013</b>	4.530.864	58.840.632	931.550
<b>2014</b>	4.659.796	53.156.400	612.667

#### **4.2.3. Çelikhane**

Yüksek fırınlardan çelikhaneye potalarla gelen sıvı ham demirin, bazik oksijen konverterlerinde (BOF) sıvı çelik haline getirildikten sonra, sürekli döküm makinelerinde dökülerek kütük, blum ve profil taslağı gibi yarı mamullerin üretildiği tesislerdir. Çelikhane Tesisleri; Konverterler, Pota Fırını, Vacuum Degassing Tesisi, Sürekli Döküm Kütük Makinesi, Sürekli Döküm Blum Makinesi, Kombine Döküm Makinası, Kireç Fabrikası ve yardımcı ünitelerden oluşmaktadır.

Çelikhane döküm makinalarında kapalı ve sekonder soğutmada, sprey şeklinde de ürün soğutmada kullanılmaktadır. Ayrıca konverterlerde de primer ve sekonder soğutmada su kullanılmaktadır.

Çizelge 4.6'de Çelikhane Tesislerinde son 5 yıl içerisinde kullanılan suyu miktarları görülmektedir.

Çizelge 4.6. Çelikhane son 5 yıllık su kullanımı.

<b>YIL</b>	<b>SERVİS SUYU (m<sup>3</sup>)</b>	<b>DEVİR SUYU (m<sup>3</sup>)</b>	<b>YUMUŞAK SU (m<sup>3</sup>)</b>
<b>2010</b>	93.774.552	2.124.483	76.083
<b>2011</b>	93.614.847	2.155.860	93.280
<b>2012</b>	96.370.543	1.886.774	114.051
<b>2013</b>	88.726.928	1.100.022	107.749
<b>2014</b>	99.920.399	614.708	55.705

#### **4.2.4. Haddehaneler**

Sürekli döküm tesislerinde üretilen kütük inşaat demiri üretilmek üzere Kontinü Haddehaneye sevk edilir, Bloom ise ray veya bimblank üretimi için Ray Profil Haddehanesine Sevk edilir. Bu ünitelerde haddele işlemleri yapılarak nihai ürün elde edilir.

Haddehane sistemlerinde su indirekt olarak Tav fırınlarının soğutmasında ve motor soğutmalarda kullanılmaktadır. Aynı zamanda direkt olarak ürün üzerine püskürtülerek sprej sistemde kapalı çevrim su kullanılmaktadır.

Su Kullanım miktarı 2015 yılı itibari ile yaklaşık olarak 3300 m<sup>3</sup>/h'tir.

Haddehane sprej soğutma sisteminde bulunan kum filtrelerinin geri yıkanması sırasında oluşan geri yıkama suyu ve çöktürme havuzu çamur pompaları suyu (yaklaşık 385 m<sup>3</sup>/h) dereye deşarj edilmektedir.

Çizelge 4.7'de son 5 yılda Haddehane Tesislerinde kullanılan su miktarları görülmektedir.

Çizelge 4.7. Haddehaneler son 5 yıllık su kullanımı.

<b>YIL</b>	<b>DEVİR SUYU (m<sup>3</sup>)</b>	<b>KUYU SUYU (m<sup>3</sup>)</b>
<b>2010</b>	28.246.236	2.013.793
<b>2011</b>	25.293.751	1.837.674
<b>2012</b>	26.909.208	1.662.811
<b>2013</b>	27.713.520	860.077
<b>2014</b>	26.576.439	571.822

#### 4.2.5. Enerji Tesisleri

Enerji Tesislerinde; elektrik enerjisi, proses buharı, yüksek fırınların yakma havası ihtiyacı, işletmenin soğutma ve içme suyu ihtiyacı, çelikhane ve diğer ünitelerin oksijen, azot ve argon ihtiyaçları temin edilmektedir. Ayrıca, ünitelerin ihtiyacı olan yan ürün gazlarının dağıtımı da yapılmaktadır.

Çizelge 4.8’da son 5 yılda Enerji Tesislerinde kullanılan su miktarları görülmektedir.

Çizelge 4.8. Enerji tesisleri son 5 yıllık su kullanımı.

<b>YIL</b>	<b>DEVİR SUYU (m<sup>3</sup>)</b>	<b>KUYU SUYU (m<sup>3</sup>)</b>	<b>YUMUŞAK SU (m<sup>3</sup>)</b>
<b>2010</b>	115.477.307	1.007.717	266.771
<b>2011</b>	115.919.848	881.777	292.971
<b>2012</b>	121.418.416	766.000	307.599
<b>2013</b>	137.264.886	758.158	341.821
<b>2014</b>	133.572.719	370.600	384.071

## BÖLÜM 5

### KARDEMİR A.Ş MERKEZİ ATIK SU ARITMA TESİSİ DEŞARJ SUYUNUN PROSESLERDE YENİDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada 2014 yılında montajı tamamlanarak devreye alınan atık su arıtma tesisi deşarj suyunun özellikleri ve tekrar kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

#### 5.1. KARDEMİR A.Ş MERKEZİ ATIK SU ARITMA TESİSİ

Tesiste endüstriyel atık suların alıcı ortama deşarj edilmeden önce deşarj edildiği ana kanal çıkışına atık suların kirletici yüklerine ve debilerine göre 1000 m<sup>3</sup>/h'lik atık su arıtma tesisi projelendirilmiştir. Projelendirilen tesiste fiziksel, kimyasal ve ileri arıtım yöntemleri uygulanarak atık suyun geri kazanılmasının sağlanması amaçlanmıştır.

Çizelge 5.1'de tesis dizaynına esas atık su kaynakları ve miktarları görülmektedir.

Çizelge 5.1. Kardemir A.Ş. atık su kaynakları.

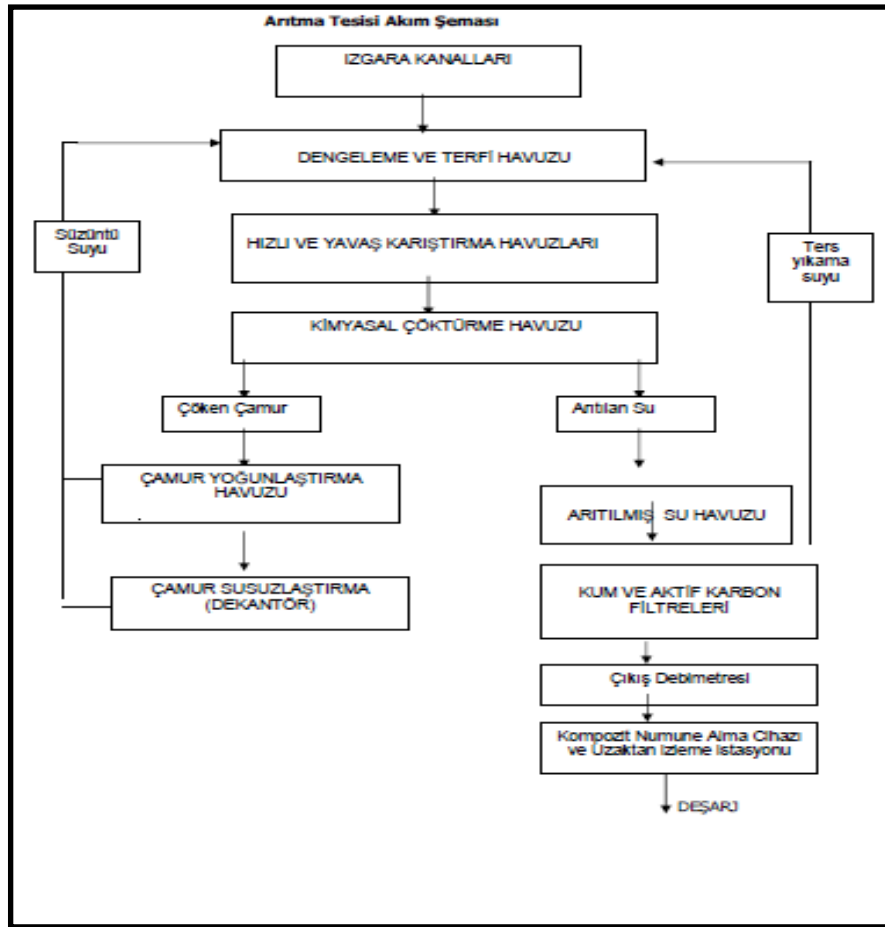
Deşarj Ünitesi	Deşarj Miktarı (m <sup>3</sup> /h)
Kok Fabrikası Proses Atık Suları	165
Haddehane Proses Atık Suları	385
Yüksek Fırın Granüle Curuf Atık Suları	200
Pik Makinesi Atık Suları	200
Evsel Atık Sular	50
<b>TOPLAM</b>	<b>950</b>

Arıtma tesisi üniteleri ve ekipmanları aşağıda belirtilen debilere göre dizayn edilmiştir.



- Izgara ve dengelemeden oluşan fiziksel arıtma üniteleri 2000 m<sup>3</sup>/saat
- Kimyasal arıtma üniteleri 1000 m<sup>3</sup>/saat
- Çamur yoğunlaştırma üniteleri 1000 m<sup>3</sup>/saat
- Çamur susuzlaştırma üniteleri 2000 m<sup>3</sup>/saat
- Filtrasyon üniteleri 1000 m<sup>3</sup>/saat

İlk etapta planlanan Proje ile ilgili detaylar ve arıtım kademeleri Şekil 4.1’de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Kardemir A.Ş. merkezi atık su arıtma tesisi akım şeması.

Tesisin tüm üniteleri 2 modül olarak dizayn edilmiştir. İlerideki kapasite artışlarından oluşacak atık sular için kimyasal arıtma ve çamur yoğunlaştırma ünitelerine 1 modül ilavesi yapılacaktır.

Ancak tesisin ilk projelendirilme aşamasında yapılan arıtılabilirlik testleri ile sonrasında pratikte karşılaşılan durum birbirini tutmamıştır.

Tesis giriş suyu dengeleme havuzlarında yoğun miktarda çökmüş sistemin çalışmasını engellemiştir. Bu sebeple tesis girişine içinde çöktürme plakaları bulunan 200m<sup>2</sup> lik bir ön çöktürme havuzu yapılmıştır.

Yapılan ön çöktürme havuzuyla; sistemde kendi ağırlığı ile çökebilen malzemeler çökertilmiş daha sonra sisteme alınmıştır.

Atık su arıtma tesisi aşağıdaki ünitelerden oluşmaktadır.

- Ön çöktürme havuzu
- Giriş Yapısı, Kaba ve İnce Izgaralar
- Dengeleme ve Terfi İstasyonu
- Koagülasyon (hızlı karıştırma)
- Flokülasyon (yavaş karıştırma)
- Kimyasal Çökeltme
- Kimyasal çamur pompa istasyonu
- Çamur Yoğunlaştırma havuzu
- Çamur Susuzlaştırma Ünitesi
- FeCl<sub>3</sub> depolama ve dozlama İstasyonu
- Anyonik Polimer hazırlama ve dozlama İstasyonu
- Kireç hazırlama ve dozlama İstasyonu
- Katyonik Polimer hazırlama ve dozlama İstasyonu
- Çamur susuzlaştırma ve kimyasal madde binası
- Süzüntü suyu ve yüzücü madde havuzları

Aşağıda Merkezi Atık Su Arıtma Tesisindeki ünitelerin çalışma prensiplerine değinilmiştir.

### **5.1.1. Ön Çöktürme Havuzu**

İşletmedeki çeşitli üretim birimlerinden kaynaklanan atık sular bir atık su toplama kanalında toplanarak, herhangi bir işlem görmeyen atık suyun içindeki çökebilir katı madde miktarının ayrıldığı kısımdır.

### **5.1.2. Izgaralar**

Ön çöktürme işlemini görmüş atık sular toplanarak ızgara kanalı giriş yapısına gelmektedir. İki adet ızgara kanalı yapılmış olup, her bir kanalın girişinde bulunan kapaklar vasıtasıyla atık su girişi kontrol edilmektedir. Izgara kanallarına art arda yerleştirilen mekanik temizlemeli kaba ve ince ızgaralar ile atık su içinde bulunan katı partiküller tutulacaktır. Izgaralar, kanala monte edilmiş birer seviye cihazından kumanda alarak otomatik olarak temizlenmektedir. Burada toplanan atıklar yedekli bir konteynıra dökülerek, ilgili mevzuat çerçevesinde uzaklaştırılacaktır.

### **5.1.3. Dengeleme Havuzu**

Dengeleme havuzu endüstriyel atık suların debi ve kirlilik yönünden üniform hale gelmesi amacıyla yapılacaktır. Dengeleme havuzunda çökme olmaması için dalgıç karıştırıcı ile karıştırılmaktadır. Dengeleme havuzunda toplanan atık sular terfi pompaları ile kimyasal arıtmanın ilk üniteleri olan hızlı-yavaş karıştırma ünitesi girişine iletilecektir. Pompa basma hattına yerleştirilecek olan bir debimetre ile debi ölçümü yapılacaktır.

### **5.1.4. Hızlı Karıştırma (Koagülasyon) Havuzu**

Hızlı karıştırma havuzunda atık su içerisine pH kontrol cihazına bağlı olarak, hızlı karıştırma altında pH değerine bağlı olarak kireç ve  $FeCl_3$  dozlanarak koagülasyon gerçekleştirilecektir.

### **5.1.5. Yavaş Karıştırma (Flokülasyon)**

Havuzu Atık suların hızlı karıştırma havuzlarından perde alt kotunda oluşturulan geçiş açıklıklarından vasıtasıyla aktarıldığı seri bağlı iki havuz olarak projelendirilen bu ünitelerde, paletli tip karıştırıcı ile sağlanan yavaş karıştırma altında ilave edilen polielektrolit ile flokülasyon işlemi gerçekleştirilecektir. Flokülasyon işlemi gerçekleşen atık sular çökeltme havuzu giriş yapısına geçen atık sular boru ile çökeltme havuzlarına iletilmektedir.

### **5.1.6. Kimyasal Çökeltme Havuzu**

Flokların sudan ayrılması için yapılan dairesel, radyal akışlı olarak tasarlanan çökeltme havuzunun tabanı döner yarım bir köprü ile sıyrılmaktadır. Köprü tank duvarı üzerinde giden motor tahrikli bir tekerlekle döndürülecektir. Köprüde yürüme yolu ve korkuluk bulunacak ve bir yüzey ile bir dip sıyrıcı bu döner köprüye monte edilecektir. Dip sıyrıcı ile havuz ortasındaki çamur çukuruna itilen çamur buradan pompalarla çekilerek susuzlaştırılmak üzere çamur toplama-yoğunlaştırma havuzuna iletilecektir. Havuz yüzeyinde toplanacak yüzücü maddeler ise yüzeyden sıyrılarak bir röğara alınacak ve buradan pompa ile çamur yoğunlaştırma havuzlarına basılacaktır. Kimyasal olarak arıtılmış atık su, taşma savakları ile yüzeyden toplanarak bir çıkış yapısı vasıtasıyla deşarj haznesine iletilmektedir.

### **5.1.7. Çamur Yoğunlaştırma Havuzu**

Kimyasal çökeltme çamuru ve yüzücü maddeler, pompalar ile çamur yoğunlaştırma havuzlarına iletilir. Çamur yoğunlaştırma havuzunda toplanan kimyasal çamur, bu havuzda bulunan sabit köprülü yoğunlaştırma sıyrıcısı ile tabandan sıyrılarak ortadaki çamur çukuruna iletilir. Çamur, yoğunlaştırma havuzu tabanından emiş yapan pompalar ile çamur susuzlaştırma ünitesi olan dekantere basılır. Üst süzöntü suyu ise savaklarla toplanarak süzöntü suyu havuzuna iletilir

### 5.1.8. Çamur Susuzlaştırma

Kimyasal arıtmadan kaynaklanan çamurlar yoğunlaştırıldıktan sonra çamur susuzlaştırma ünitesi dekantere pompa ile verilmeden önce katyonik polimer ile şartlandırılacaktır. Gerekli polimer % 0,1 – 0,2 oranında bir (1) adet otomatik polimer hazırlama ünitesinde hazırlanacaktır. Otomatik polimer hazırlama ünitesi 3 bölmeden oluşmaktadır. 1. bölmede, karıştırma altında toz polimer ile su karıştırılmaktadır. Toz polimer, bir hopper ve helezon besleyici ile bu bölmeye alınır. Helezon devri değiştirilerek konsantrasyon ayarı yapmak mümkündür. 2. bölmede karıştırma işlemi devam eder ve polimerin suda çözülme işlemi tamamlanır. Taşarak 3. bölmeye aktarılan polimer çözeltisi buradan monopomplar ile çekilerek dekanter girişindeki polimer besleme hattına verilecektir. Çamur süzüntü suları ise bir süzüntü suyu haznesinde toplanarak buradan dengeleme havuzu girişine iletilecektir. Dekanterden ortalama % 25 oranında susuzlaştırılmış çamurlar konveyör ile çamur konteynerlerinde toplanarak tesisten uzaklaştırılacaktır.

### 5.1.9. Filtrasyon Üniteleri

Basıncılı Kum filtreleri ve Aktif karbon filtrelerinden oluşmaktadır. Çöktürme havuzu çıkışında alınan arıtılmış sular, deşarj haznesine ve buradan da deşarj havuzuna iletilmektedir. Arıtılmış su havuzundan pompalar ile kum filtreleri ve ardından aktif karbon filtrelerinden geçirilerek bir havuzda toplanır. Buradan alıcı ortama deşarj edilir veya işletmede soğutma suyu olarak kullanılmak üzere pompalar ile alınır. Kum ve aktif karbon filtreleri otomatik olarak geri yıkama yapacak şekilde tasarlanmıştır. Filtre geri yıkama suları ise atık suların toplandığı dengeleme havuzuna iletilecektir.

Merkezi Atık Su Arıtma Tesisi işletmeye alındıktan sonra dikkat edilecek olan hususlar aşağıdaki gibidir;

- Izgaralar her gün düzenli olarak temizlenmelidir.
- PH elektrotu, kimyasal maddeler ve atık sudaki köpük, yağ vs. maddeler nedeniyle kirlenir ve doğru ölçüm yapamaz. Bu nedenle pH cihazı, en az

haftada bir olmak üzere sık sık temizlenip kalibre edilmeli ve başka bir pH cihazı veya pH kağıdı ile okuduğu değerler her gün kontrol edilmelidir.

- Kimyasal madde tankları her gün kontrol edilmeli ve bitmeye yakın ikmal edilmelidir.
- Koagülasyon ve flokulasyon gerçekleşme ve kimyasal çökme verimi gözle ve numune alınarak kontrol edilir.
- Hızlı karıştırma havuzunda yer alan pH metre ve son pH kontrol havuzunda yer alan pH metre elektrotları, kimyasal maddeler ve atık sudaki köpük, yağ vs. maddeler nedeniyle kirlenir ve doğru ölçüm yapamaz. Bu nedenle pH cihazları, en az haftada bir olmak üzere sık sık temizlenip kalibre edilmeli ve başka bir pH cihazı veya pH kağıdı ile okuduğu değerler her gün kontrol edilmelidir.
- Kimyasal arıtma için ayarlanan kimyasal madde dozaj miktarları her gün kontrol edilmelidir. Kimyasal arıtma çıkış suyu, analizler dışında gözle de kontrol edilmelidir.
- Kimyasal madde tankları her gün kontrol edilerek bitmeye yakın kimyasal çözeltiler hazırlanmalı, depo tankları ise ikmal edilmelidir.
- Katyonik polimer hazırlama tankı doldurulur.
- Çamur susuzlaştırma tesisinde yer alan bütün pompaların giriş çıkış vanaları açılır.
- Katyonik polimer dozaj pompaları, dozaj optimum olacak şekilde ayarlanır.
- Elektrik panosu üzerinden ekipmanlarına ait pako şalterler otomasyona alınarak çamur susuzlaştırma tesisine start verilir.
- Tesiste oluşan kimyasal çamurlar, pompalarla çamur yoğunlaştırma havuzuna gönderilir. Havuzda bulunan dip sıyrıcıyı yoğunlaştırıcı sürekli çalıştırılır.
- Havuzu tabanından emiş hattına katyonik polimer dozaj pompası ile katyonik polimer verilerek yoğunluğu daha da arttırılan çamurlar, pompa ile dekantere basılır.

Dekanterden çıkan çamur bant konveyör ile vidalı konveyör ile yükselttilerek römork/ kamyon vasıtası ile uzaklaştırılır. Çamur besleme ve çamur keki katı madde yüzdesi ölçülerek, işletme sırasında optimum polimer dozajı belirlenir.

## 5.2. ATIK SU KARAKTERİZASYONU VE ARITILMIŞ SU KALİTESİ

Atık su karakterinin belirlenmesi için sistemlerden kompozit numuneler alınmıştır.

### 5.2.1. Atık Su Karakterizasyonu

Çizelge 5.2 'de fabrika ana atık kanalından alınmış 24 saatlik kompozit numunenin analiz sonuçları bulunmaktadır. Bu değerler arıtma tesisine girecek tasarıma esas atık su değerleri olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.2. Atık su arıtma tesisi tasarım değerleri.

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	400
Yağ ve Gres	(mg/L)	26,1
Çökebilir Katı Madde	(m l/L)	1,4
Askıda Katı Madde (AKM)	(mg/L)	398
Toplam Katı Madde (TKM)	(mg/L)	830
Kurşun (Pb)	(mg/L)	<1
Demir (Fe)	(mg/L)	3,37
Çinko (Zn)	(mg/L)	19,7
Toplam Krom	(mg/L)	<0,4
Krom (Cr <sup>+6</sup> )	(mg/L)	0,16
Toplam Siyanür (CN <sup>-</sup> )	(mg/L)	<0,02
Civa(Hg)	(mg/L)	0,013
Kadmiyum(Cd)	(mg/L)	<0,1
Alüminyum(Al)	(mg/L)	0,43
Florür (F <sup>-</sup> )	(mg/L)	0,49
Bakır (Cu)	(mg/L)	<0,2
Nikel(Ni)	(mg/L)	<0,5
Gümüş(Ag)	(mg/L)	-
Amonyum Azotu (NH <sub>4</sub> -N)	(mg/L)	2,05
Nitrit Azotu(NO <sub>2</sub> -N)	(mg/L)	0,19
Aktif Klor	(mg/L)	<0,5
Sülfür (S <sup>-2</sup> )	(mg/L)	0,1
Ph	-	7-8
Toplam Fosfor	(mg/L)	0,22
Sülfat(SO <sub>4</sub> )	(mg/L)	70
Toplam Kjeldahl -Azotu(*)	(mg/L)	43,1

### 5.2.2. Atık Su Özellikleri Ve Arıtma Prosesini Etkileyen Parametreler

Debi: Atık su miktarı, havalandırma ve çöktürme havuzları için yükleme hızını ve havuzdaki bekleme/ temas süresini belirler.

Organik İçerik: Havalandırma havuzundaki biyolojik organizmalar için mevcut besin miktarını ya da organik yükü belirler. Organik içerik aşağıdakilerden biri ya da birkaçı ile belirlenebilir:

BOİ: Biyokimyasal oksijen ihtiyacı. Organik atık yükünün, mikroorganizmaların atıkları parçalamak için kullandığı oksijen miktarı cinsinden ölçüsüdür. Bir atığın biyokimyasal oksidasyonu yaklaşık 20-30 gün alır. Genellikle daha pratik bir ölçü olan mikroorganizmaların atıkları parçalamak için 5 günlük bir sürede kullandıkları oksijen miktarı olan BOİ<sub>5</sub> kullanılır.

KOİ: Kimyasal oksijen ihtiyacı. BOİ' ye benzer bir birimdir. Fakat burada atığı okside etmek için mikroorganizma yerine bir kimyasal kullanılır. Organizmalar tarafından parçalanamayan bazı maddeler bu kimyasal metotda okside edilebilirler. Sonuç olarak KOİ genellikle BOİ' den daha yüksektir.

TOİ: Toplam oksijen ihtiyacı. KOİ' ye benzer bir birimdir. Daha çok bileşiğin okside edilebilmesi için daha agresif bir oksidan ortam kullanılır. Bu yüzden TOİ, KOİ ve BOİ' den daha büyüktür.

TOK/TK: Toplam organik karbon/toplam karbon. Organik atık yükünün atık içindeki karbon miktarı cinsinden ölçüsüdür. İnorganik karbon (  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  ) miktarı düşükse TK miktarı hemen hemen TOK miktarına eşit olacaktır.

pH: Atık sudaki hidrojen ( $\text{H}^+$ ) iyonlarının hidroksil iyonları ( $\text{OH}^-$ ) karşısındaki bağıl değerini verir ve bu şekilde gereken nötralizasyon derecesini belirler.



Sıcaklık: Atık suyun ısı içeriğini verir ve böylece sıcak yaz ayları boyunca gerekebilecek soğutma kuleleri ya da havuzu ihtiyacını ya da soğuk kış ayları boyunca gerekebilecek ek ısıtma ihtiyacını belirler.

Toksik Maddeler: Potansiyel zehirli madde ( ağır metaller, pestisidler, vb.) miktarını vererek ön arıtma ihtiyacını ya da bazı akımların farklı arıtma sistemleri için ayrılması gerekip gerekmediğini belirler.

Besin Seviyesi: Besin elemanlarının (genel olarak azot ve fosfor ) miktarını belirler ve gereken ek besin miktarını verir.

Atık Değişkenliği: Dengeleme ve acil durumlarda by-pass ihtiyacını ve miktarını belirler.

### **5.2.3. Kimyasal Arıtma Ünitelerinin Çalışması Ve Etkileyen Faktörler**

Hızlı karıştırma havuzu, yavaş karıştırma havuzu, kimyasal çökeltme havuzundan oluşan sistemde, hızlı karıştırma havuzunda pH değerini ayarlama için kireç veya asit ilavesi ve demir-üç-klorür ilavesiyle katı maddelerin flok oluşturması, yavaş karıştırma havuzunda anyonik polimer ilavesi ile oluşan flokların çökebilir hale gelmesi sağlanmaktadır. Doğal akışla kimyasal çökeltme havuzuna geçen atık su flokları, burada oluşturulan durgun hidrolik koşullarda havuz tabanına çökeltilmektedir.

#### **5.2.3.1. Yumaklaştırma Verimliliğine Etki Eden Unsurlar**

Yumaklaştırma verimliliğine etki eden unsurlar aşağıda sıralanmıştır.

- Suyun karakteristiği, bulanıklılığı
- Sudaki kolloidlerin ve asılı maddelerin miktar ve özellikleri
- Suyun pH değeri
- Yumaklaştırma prosesinin çeşidi, hızlı karıştırma ve yumaklaştırmada bekletme süreleri

- Suyun sıcaklığı
- Suyun alkalitesi
- Sudaki iyonların miktar ve özellikleri
- Yumaklaştırıcıların cins ve dozları.

### 5.2.3.2. Kullanılan Kimyasallar

Atık su arıtmada kimyasal çöktürme, çözülmüş ve askıda katı maddelerin fiziksel durumlarının kimyasal madde ilavesi ile değiştirilmesi ve çökeltme yoluyla uzaklaştırılmalarını kapsar.

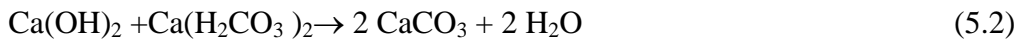
Çizelge 5.3 'te atık su arıtmada kullanılan kimyasallar ve onlara ait bazı bilgiler verilmiştir.

Bu tesiste; kireç, FeCl<sub>3</sub>demir-üç-klorür, sülfürükasit ve anyonik polimer kullanılmaktadır.

Çizelge 5.3. Merkezi atık su arıtma tesisinde kullanılan kimyasallar.

KİMYASAL	FORMÜL	MOLEKÜL AĞIRLIĞI
Kireç	Ca(OH) <sub>2</sub>	56 (CaO cinsinden)
Demirüçklorür	FeCl <sub>3</sub>	162.1

**Kireç:** Eğer kireç çöktürme için tek başına kullanılırsa, aşağıdaki reaksiyonlar gerçekleşir:



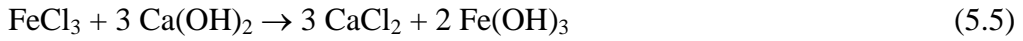
Koagülant olarak kullanılan CaCO<sub>3</sub> (kalsiyum karbonat)' ın oluşması için bütün serbest karbonik asitler ve bikarbonatların karbonik asitleriyle bağlanmak üzere yeterince kireç atık suya verilmelidir. Eğer demir sülfat kullanılıyorsa daha fazla

kirece ihtiyaç duyulur. Eğer mineral asitler veya asit tuzları oluşumuna sebep olan endüstriyel atık sular söz konusu ise bunların çöktürmeden önce nötrleştirilmesi gerekir.

Demir klorür: Demir klorür reaksiyonları aşağıdaki gibidir:



Demir klorür ve kireç: Demir klorür ve kirecin beraber kullanıldığı reaksiyonlar aşağıdaki gibidir:



Yumaklaştırıcı Yardımcıları:

Yumaklaştırma işlemini hızlandırmak, daha büyük yumak elde etmek, kullanılan  $\text{Al}^{+3}$  ve  $\text{Fe}^{+3}$  gibi yumaklaştırıcıların konsantrasyonlarını azaltmak ve sudaki organik maddelerden ileri gelen rengi gidermek için yumaklaştırıcı yardımcı maddeleri kullanılır. Bu maddelerin kendileri yumaklaştırıcı (koagülant) olmadıkları halde, bir yumaklaştırıcı ile kullanıldıkları zaman, onun yumaklaştırma işlemine yardım ederler.

Oluşan yumaklar zayıf olduğu zaman, yardımcı madde kullanmak faydalıdır. Ayrıca su sıcaklığının düşük olması halinde, viskozite yüksek olduğundan, yumakların çökelme hızları düşüktür. Böyle durumlarda suya kil, ve kireçtaşı gibi maddeler ilave edilerek yumakların çökelme hızları iyileştirilir. Bu yardımcı maddeler çok sayıdadır. Aşağıda bunlardan en sık kullanılanlarla ilgili bilgi verilmektedir.

- Kil: Kil yumaklara bir çekirdek teşkil etmesi bakımından faydalıdır. Ayrıca bazı killer, suya kötü koku ve tat veren maddeleri adsorbe ederler. Bundan başka kil, yumakların ağırlığını arttırarak çabuk çökelmelerini sağlar.

- Kalsit: Kalsit toz halindeki kalsiyum karbonat olup, kilin olmadığı yerlerde bilhassa bulanıklılığı az olan suların tasfiyesinde yumaklaştırıcı yardımcısı olarak kullanılır.
- Polielektrolitler: Bunlar anyonik, katyonik ve iyonik olmayan polielektrolitler olmak üzere üç sınıfta toplanabilir. Sentetik ya da doğal olanları vardır. Bunlar alüm (alüminyum sülfat) gibi maddelerle kullanıldıklarında gayet hızlı çökebilen yoğun yumaklar teşkil ederler.
- Aktif Silika: Aktif silika en çok kullanılan yumaklaştırıcı yardımcılarında biridir. Özellikle alüm ile birlikte kullanıldığı zaman tutucu özellikte kısa zincirli polimerler oluşturur, böylece iyi çökebilen yumaklar meydana gelir.
- Alkali ve Asitler: Suyun pH'ının yumaklaştırma verimi üzerine etkisi büyüktür. Bu yüzden pH ayarlanması gerektiğinde alkali ve asitler yumaklaştırmaya yardımcı maddeler olarak kullanılır. Alkaliler olarak sönmüş kireç ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), sönmemiş kireç ( $\text{CaO}$ ), sodyum hidroksit ( $\text{NaOH}$ ) veya soda kullanılır. Asit olarak en çok kullanılan sülfirik asit ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) olup özellikle alüm ile kullanıldığında renk giderme işlemlerinde pH'ı ayarlamak için en iyi çözümdür.

Bu tesiste yardımcı kimyasal olarak **polielektrolit** kullanılmaktadır.

#### **5.2.4. Arıtılmış Atık Su Deşarj Kalitesi ve Deşarj Yeri**

Tesis arıtılmış atık su deşarj kriterlerinde; Su Kirliliği Kontrolü yönetmeliğinin 15.1.a ,15.1.b ve 9.2 maddelerinden oluşturulmuş çizelge 5.4 geçerli olacaktır.

Çizelge 5.4. Atık su deşarj kriterleri.

PARAMETRE	BİRİM	ANLIK NUMUNE	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	-	100	
YAĞ VE GRES	(mg/L)	-	20	
ÇÖKEBİLİR KATI MADDE	(ml/L)	0.5	-	
ASKIDA KATI MADDE	(mg/L)		120	
KURŞUN (Pb)	(mg/L)	-	0.5	
DEMİR (Fe)	(mg/L)	-	20	
ÇİNKO (Zn)	(mg/L)	-	4	
TOPLAM SİYANÜR	(mg/L)		-	0,5
FENOL	(mg/L)		1,0	0,5
SICAKLIK	(°C)		35	30
pH	-	6-9	6-9	

Arıtma tesisi çıkış suları, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Atık Su Deşarj Yönetmeliğine uygun olarak, alıcı ortama deşarj edilecektir. Atık su deşarj yapılacak yer Soğanlı Çayı Filyos Havzasıdır.

## BÖLÜM 6

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Merkezi Atık Su Arıtma Tesisi çalışma debisi 1000 m<sup>3</sup>/h olup, tesisten çıkan arıtılmış suyun 400 m<sup>3</sup>/h'i kum filtreleri ve aktif karbon filtreleri geri yıkama suyu olarak kullanılmaktadır. Bu durumda arıtılmış suyun 600 m<sup>3</sup>/h'lik kısmı tekrar kullanılabilir durumdadır. Arıtma tesisi giderim veriminin daha iyi anlaşılması için çizelge 6.1'de akredite laboratuvar tarafından yapılmış arıtma tesisi giriş ve çıkış suyu analizleri karşılaştırması verilmiştir.

Çizelge 6.1. Atıksu arıtma tesisi giriş - çıkış suyu karşılaştırma tablosu.

ARANANLAR	ARITMA TESİSİ GİRİŞ SUYU (24 saatlik kompozit numune)	ARITMA TESİSİ ÇIKIŞ SUYU (24 saatlik kompozit numune)
Al (ppm)	4,67	0,04
Amonyum Azotu (ppm)	113,28	86,4
Askıda Katı Madde (ppm)	141	23
Bakır (ppm)	0,01	0,002
Civa (ppm)	0,0008	0,0007
Çinko (ppm)	1,83	0,18
Demir (ppm)	3,05	1

Çizelge 6.1. (Devam ediyor).

Fenol (ppm)	22,2	7,8
Florür (ppm)	3,5	2,2
Gümüş (ppm)	≤0,001	≤0,001
Kadmiyum (ppm)	0,002	0,001
Kimyasal Oksijen ihtiyacı (ppm)	301,6	162,4
Klorür (ppm)	243,8	240,9
Krom (ppm)	0,01	0,003
Kurşun (ppm)	0,05	0,007
Nitrit Azotu (ppm)	2,8	1,2
Nikel (ppm)	0,03	0,02
Sülfat (ppm)	263,2	260
Toplam Kjeldahl Azotu (ppm)	123,65	84,56

Çizelge 6.1'den görüldüğü gibi tesis fenol giderim verimi %65 tir. 7,8 ppm olan çıkış fenol değeri, çıkış suyunun, tekrar kullanım için önemli oranda organik yük içerdiğini göstermektedir.

Kardemir A.Ş. işletmelerinde tek geçişli olarak kullanılan ve tekrar ana atık kanalına deşarj edilen su servis suyu olup, kullanım üniteleri kok söndürme, pik makinaları ve yüksek fırınlar cüruf granilizasyon ünitesidir. Tekrar kullanım durumunda su sıcak malzeme yüzeyiyle temas edeceğinden su içeriğinde bulunan organik malzemeler (fenol,vb.) özellikle satışı yapılan pik malzeme yüzeyinde birikerek siyah birikintiler oluşturacaktır.

Bu sebeple atık arıtma tesisi su kaynakları tekrar incelenmiş ve organik kirliliğin kaynağının kok fabrikası biyolojik atık su arıtma tesisi çıkış suyu olduğu tespit edilmiştir.

Kardemir A.Ş. biyolojik atık su arıtma tesisi ilk kurulum döneminde organik yükleri büyük oranda azaltan bir tesistir. Biyolojik atık su arıtma tesisi devreye alındığı dönemde çıkış fenol değeri 0,1 ppm civarı olmakla birlikte 2015 yılı analiz sonuçlarında tesis çıkış ortalama fenol değeri 1070 ppm civarındadır. Dolayısı ile artan bu organik kirlilik atık arıtma tesisi çıkış suyu karakterini de olumsuz yönde etkilemektedir.

Kardemir A.Ş. için önemli dinamiklerden ve üretimin olmazsa olmazlarından olan su tedarikinde, her geçen gün zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu sorunun çözüm metotlarından biri başka bir su kaynağı bulmaktır. Ancak başka bir su kaynağı bulunması Kardemir'in jeolojik konumundan dolayı mümkün değildir. Diğer bir çözüm yolu ise mevcut durumda elimizde bulunan atık su arıtma tesisi çıkış suyunun tek geçişli kullanım ünitelerinde (pik döküm, cüruf granülüzasyon, kok söndürme) tekrar kullanılarak dereden alınan su miktarının azaltılmasıdır.

Ancak yukarıda bahsedilen sebeplerden ötürü atık su arıtma tesisi çıkış suyunun mevcut hali ile tesislerde, özellikle sıcak uygulamalarda tekrar kullanımı mümkün değildir.

Tesis çıkış suyunun tekrar kullanılabilmesi için biyolojik atık su arıtma tesisi çıkış suyunun tesis devreye alındığı dönemki haline gelmesi gerekmektedir. Bunun için de tesiste arızalı olan amonyak sıyırma kolonunun yenilenmesi gerekmektedir.

Diğer bir çözüm önerisi ise tesis çıkışına su arıtımında kullanılan, su içerisindeki iyonik ve organik yüklerin giderimini sağlayan membran bioreaktör (MBR) ünitesi kurulmasıdır. MBR, aerobik biyolojik arıtma ve membran filtrasyonunun birleşmesinden oluşan ve yüksek arıtma verimliliğinde su elde edilmesini sağlayan bir teknolojidir. MBR üniteleri, birçok ülkede kentsel arıtma başta olmak üzere, evsel ve endüstriyel atıksuların ileri arıtımında, sulama suyu elde edilmesi ve su geri kazanım projelerinde, gemilerde, gıda ve ilaç sanayinde, otellerde, sitelerde, fabrikalarda, atıksu arıtma tesisinin yetersiz kaldığı projeler için ultrafiltrasyon tekniği uygulamasının gerekli olduğu yerlerde kullanılmaktadır.



Atık su arıtma tesisi çıkış suyu miktarı 1000 m<sup>3</sup>/h tir.Ancak bu suyun 400 m<sup>3</sup>/h i tesiste mevcut kum filtreleri ve aktif karbon filtrelerinin geri yıkamasında kullanılacağından çıkış suyunun 600 m<sup>3</sup>/h lik kısmı tekrar kullanım için MBR (membran bio- reaktör ) ünitesi kurulabilir.

Sonuç olarak tahmini 2.000.000 TL yatırım bedeli sonrasında, deşarj edilecek olan 600 m<sup>3</sup>/h yani 14.000 m<sup>3</sup>/gün su dereden daha az alınacaktır. Bu miktar tek kullanımlık su için günlük dereden aldığımız su miktarının yarısına eşittir.

## KAYNAKLAR

1. İnternet: İş ve İşçi Bulma Kurumu, “Organize Sanayi Bölgelerinde Çevre Sorunları ve Çözüm Projeleri Tanıtım Toplantısı”, [http://statik.iskur.gov.tr/tr/rapor\\_bulten/uzmanlik\\_tezleri/EMRULL~3.PDF](http://statik.iskur.gov.tr/tr/rapor_bulten/uzmanlik_tezleri/EMRULL~3.PDF) - (2011).
2. Alkaya, E. ve Böğürücü, M. “Sanayide iklim değişikliğine uyum: eko-verimlilik yaklaşımı ile su tasarrufuna yönelik pilot uygulamalar”, **9. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi**, Samsun, 1-7 (2011).
3. World Water Assessment Programme, “Water for people, water for life.”, **WWAP Report 3, Paris/London**, (2003).
4. Aküzüm, T., ve Çakmak, B., “Türkiye’de su kaynakları yönetiminin değerlendirilmesi.”, **Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi**, 3 (1): 67-74 (2010).
5. Food and Agriculture Organisation, “The State of the World’s Land and Water Resources for Food and Agriculture: Managing Systems at Risk”, **FAO Report 2, London**, (2011).
6. Büyükkamacı, N. ve Onbaşı, A. N., “Endüstriyel atık suların yeniden kullanımının değerlendirilmesi: entegre et tesisi atık suları”, **7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, İzmir**, 502-510, (2010).
7. World Water Assessment Programme, “World Water Development, Shared Responsibility” , **WWAP Report 2, New York**, 115-305 (2006).
8. İnternet: “Devlet Su İşleri”, <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> (2015).
9. Shiklomanov, I.A. “World water resources: modern assessment and outlook for the 21st century”, **Federal Service of Russia for Hydrometeorology & Environment Monitoring**, St. Petersburg, (1999).
10. Orhon, D. ve Sözen, S. “Su yönetimi ve sürdürülebilir kalkınma”, **Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli**, İstanbul, 9-22 (2002).
11. Energy Information Administration, “International energy outlook 2010:” ,**EIA, Washington DC**, (2010).

12. Kibaroglu, A. ve Scheumman, W., "Turkey's National Water Policy 1st. ed.", New York, 27-42 (2011).

## ÖZGEÇMİŞ

1984 Karabük doğumlu olan Fatma Serap GÜLEÇ, ilk ve orta öğrenimini Karabük'te tamamlamıştır. 2007 yılında Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği (İngilizce) bölümünde de lisans eğitimini tamamlamıştır. 2013-2015 bahar döneminde Karabük Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda başladığı yüksek lisans eğitimini sürdürmektedir.

2007 yılında Kardemir Karabük Demir Çelik Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de görevine başlamış olup halen aynı yerde görevini, Su Tesisleri Başmühendisi olarak sürdürmektedir. Fatma Serap Güleç, evli ve bir çocuk annesidir.

### **ADRES BİLGİLERİ :**

Adres : Şirinevler Mahallesi Bestekar Sokak Erkan Apartmanı Kat: 2 No:2  
Şirinevler/KARABÜK

Tel : 0 545 865 1773

Eposta : fgulec@kardemir.com